

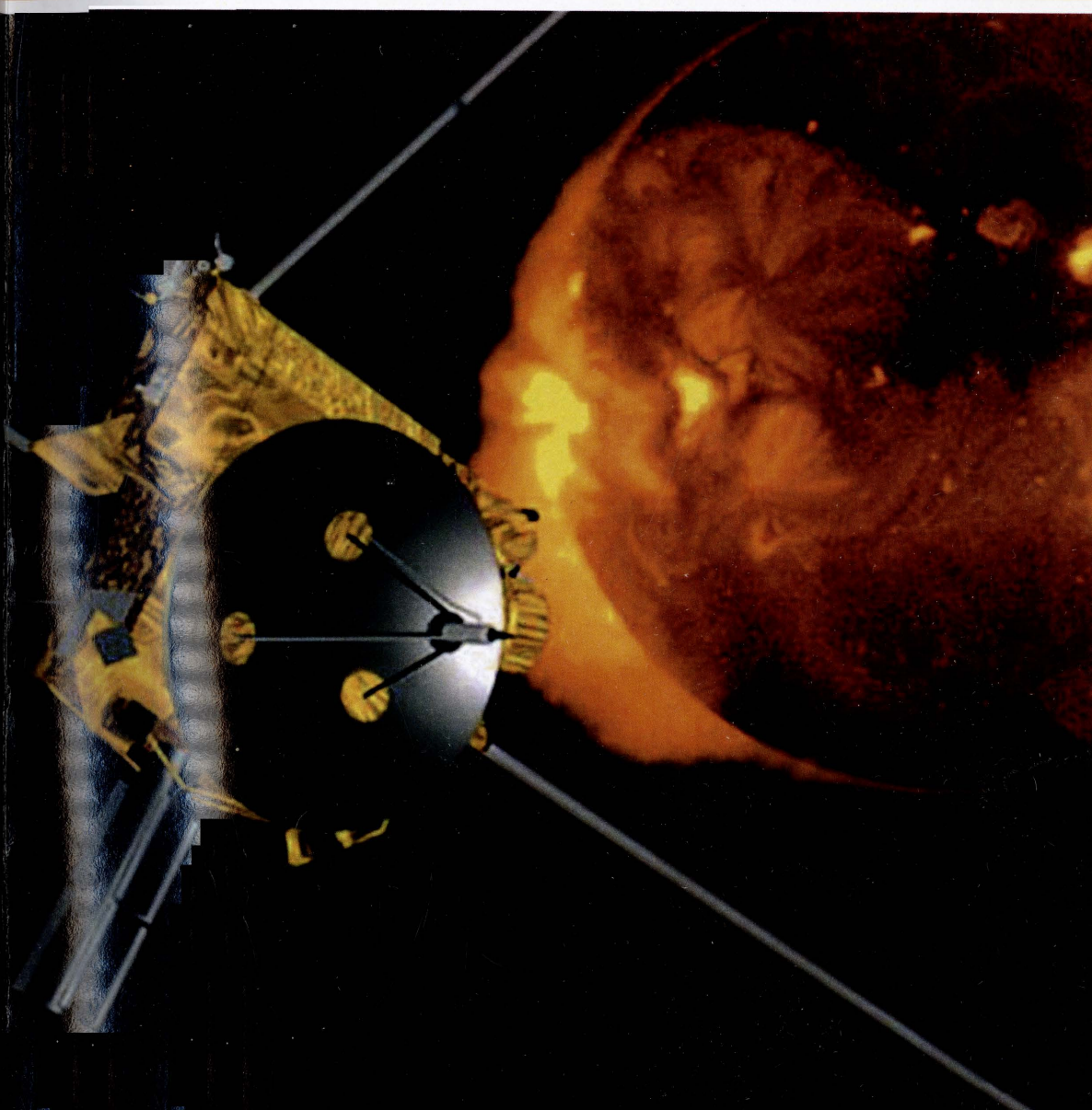
ISSN 0044-3948

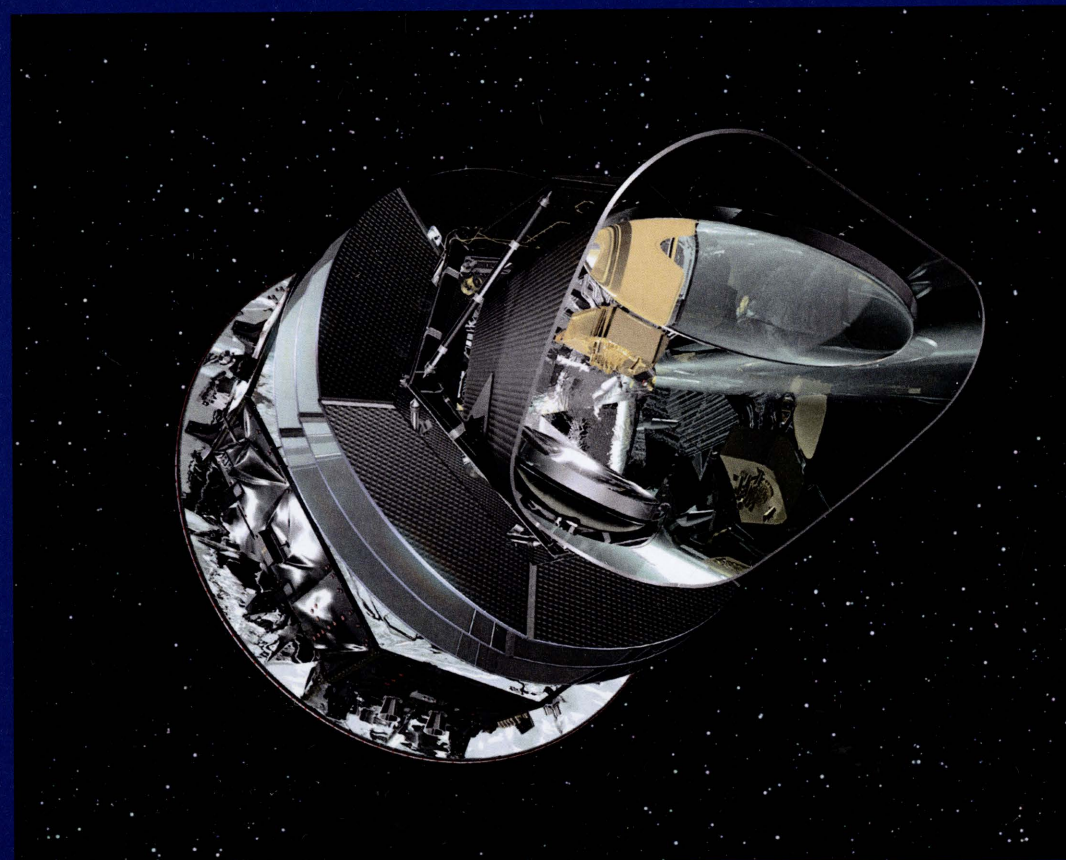
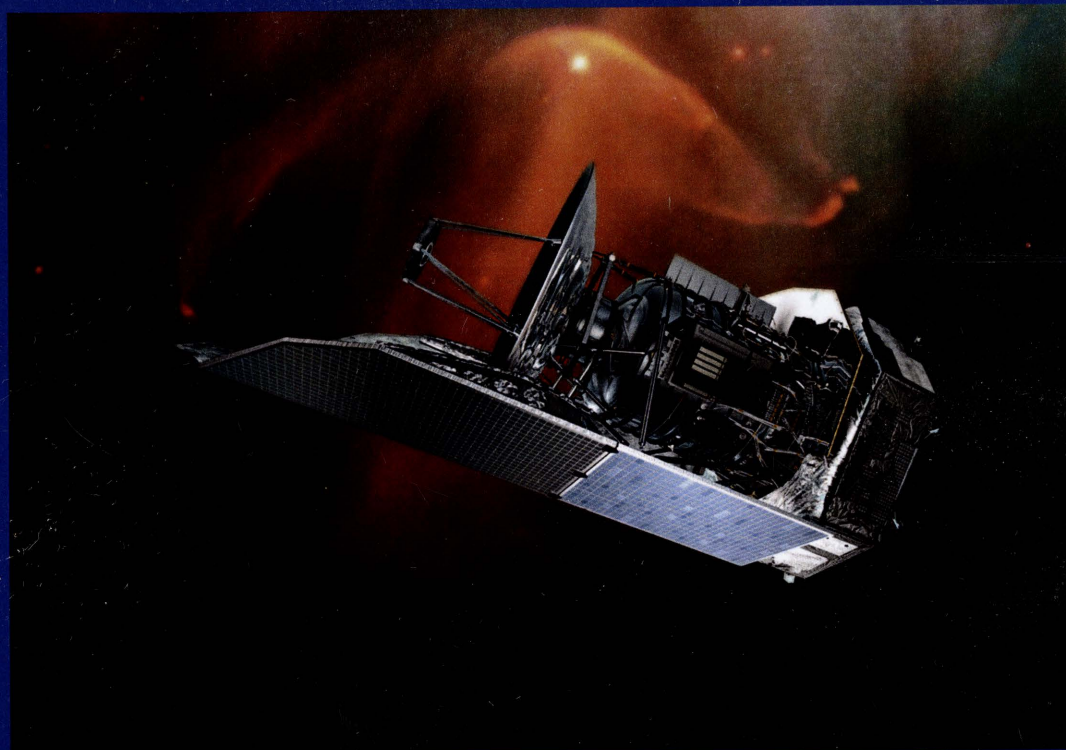
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ
КОСМОНАВТИКА
ГЕОФИЗИКА

СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ

5/2009





Научно-популярный журнал

Российской академии наук

Издается под руководством

Президиума РАН

Выходит с января 1965 года

6 раз в год

“Наука”

Москва

Земля и Вселенная

5/2009

Новости науки и другая информация:

Новый класс активных галактик? [12]; Лауреаты премии по космологии [25]; Международная премия Виктора Амбарцумяна [26]; Солнце в апреле–мае 2009 г. [41]; “Гершель” и “Планк” – новые космические обсерватории [43]; 30-й полет “Атлантика” [45]; “Зеленый горошек” – открытие астрономов-любителей [52]; Замедление Северо-Атлантического течения [73]; Имя Коперника – в таблице Менделеева [83]; “Звездная эстафета – 2009” [110]; Новые книги: “Гагарин известный и неизвестный” (Альбом. Автор-составитель В.П. Таран) [26]; Научно-фантастические произведения К.Э. Циолковского (Сборник “Вне Земли”) [60]; Связь комет с планетами (О.В. Калинин, В.П. Томанов. “Динамическая связь комет с планетами”) [106]; Вторая книга о стыковках в космосе (В.С. Сыромятников. “Сто рассказов о стыковке и других приключениях в космосе и на Земле. Двадцать лет спустя”) [107]; “Академик Лев Андреевич Арцимович (воспоминания, статьи, документы)” (Сборник) [108]

В номере:

- 3 Государственные премии России – нашим выдающимся астрофизикам
- 5 НОВИКОВ И.Д. Темные объекты и темная материя
- 13 ВЕСЕЛОВСКИЙ И.С. Завершение миссии АМС “Улисс”: четырехмерная гелиосфера
- 27 ШЕВЧЕНКО В.В. Юбилей первой пилотируемой экспедиции на Луну

ЛЮДИ НАУКИ

- 49 Алина Иосифовна Еремеева (к 80-летию со дня рождения)
- 53 КОРСУНЬ А.А., ЯЦКИВ Я.С. Евгений Павлович Фёдоров (к 100-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 61 МАЛКОВ О.Ю. Всероссийская конференция “Астрономия и общество”

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 65 УГОЛЬНИКОВ О.С. XVI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
- 74 ЯЗЕВ С.А., КОМАРОВА Е.С. Уровень астрономических знаний в обществе

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 84 ЧУЛКОВ Д.А. Небесный календарь: ноябрь – декабрь 2009 г.
- 90 ШИВЬЁВ В.И. “Астрофест-2009”
- 95 РУБЦОВ В.И. Фотография туманности Северная Америка

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 97 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Более четырех тысяч землетрясений за год (май 2008 г. – май 2009 г.)
Разрушительное землетрясение в Италии 6 апреля 2009 г.

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 103 КУРТ В.Г. Книга, которую полезно прочитать каждому



© Российская академия наук

© Редколлегия журнала

“Земля и Вселенная” (составитель), 2009 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Science; popular, corrent hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Edition V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: AMC "Улисс" (ESA-NASA) исследует Солнце. Рисунок NASA (к статье И.С. Веселовского).

На стр. 2 обложки: Новые европейские космические обсерватории "Гершель" (вверху) и "Планк". Рисунки ESA (к стр. 43).

На стр. 3 обложки: Космический телескоп им. Э. Хаббла, установленный в грузовом отсеке КК "Атлантис" (STS-125) во время ремонта КТХ. 14 мая 2009 г. Фото NASA (к стр. 45).

На стр. 4 обложки: Фрагмент туманности Северная Америка (NGC 7000), расположенной в созвездии Лебедя (1600 св. лет от нас). Это изображение составлено из 18 фотографий, сделанных В.И. Рубцовым (Москва) в августе – октябре 2008 г. (к статье В.И. Рубцова).

In This Issue:

- 3 State Rewards of Russia to Our Distinguished Astrophysicists
- 5 NOVICKOV I.D. Dark Objects and Dark Matter
- 13 VESELOVSKIY I.S. End of Mission of the Automatic Interplanet Station "Ulysses": Four-Dimension Geliosphere
- 27 SHEVCHENCO V.V. Jubilee of the First Piloted Expedition to the Moon

PEOPLE OF SCIENCE

- 49 Alina Josifovna Eremeeva (to the 80th Birthday)
- 53 KORSOON A.A., YATZKIV Ya.S. Evgenij Pavlovich Fedorov (to the 100th Birthday)

SIMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 61 MALKOV O.Yu. All-Russian Conference "Astronomy and Society"

ASTRONOMIC EDUCATION

- 65 UGOLNICKOV O.S. XVIth All-Russian Astronomic School Contest
- 74 YAEV S.A. Level of Astronomic Knowledge in Society

AMATEUR ASTRONOMY

- 84 TCHOULCKOV D.A. Celestial Calendar: November – December 2009
- 90 SHIVJEV V.I. "ASTROFEST-2009"
- 95 RUBTZOV V.I. Photo of "North America"

CHRONICLE OF EARTH'S SEISMOLOGY

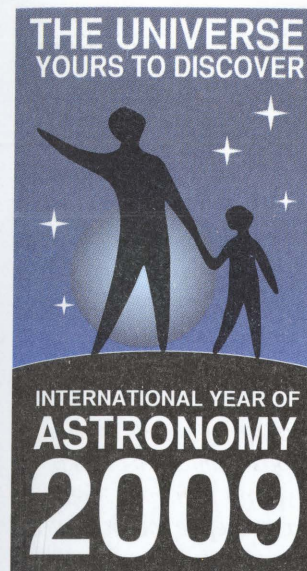
- 97 STAROVOIT O.E., CHEPKUNAS L.S., KOLOMIETZ M.V. I. More Than 4000 Earthquakes Within a Year (May of 2008 to May of 2009)
- II. Destructive Earthquake in Italy of the 6th of April 2009

BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 103 KURT V.G. Book to be Read by Everyone

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
 Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
 Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
 доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
 академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
 доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,
 доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
 член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
 член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,
 доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,
 доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
 академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
 доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО



ПОЗДРАВЛЯЕМ!

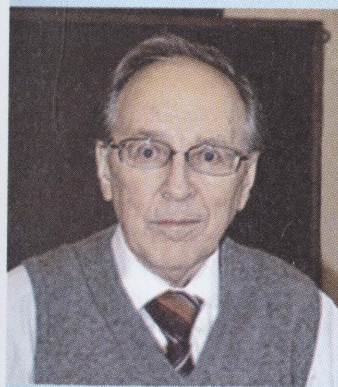
Государственные премии России – нашим выдающимся астрофизикам

12 июня 2009 г. в Большом Кремлевском дворце Президент России Д.А. Медведев вручил Государственные премии в области науки и технологий за 2008 г. академикам **Дмитрию Александровичу Варшаловичу, Алексею Максимовичу Фридману и Анатолию Михайловичу Черепашуку** за основополагающие открытия в области физики галактик, межгалактической среды и релятивистских объектов.

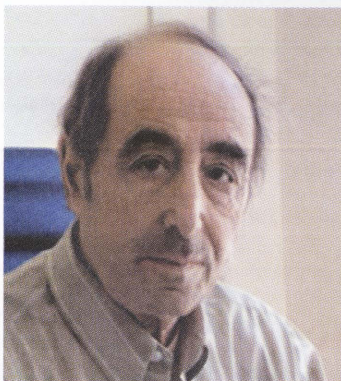
Выступая на церемонии, Д.А. Медведев назвал "высочайший интеллектуальный потенциал России конкурентным преимуществом нашей нации... Среди современных российских исследователей – академики Д.А. Варшалович, А.М. Фридман и А.М. Черепашук. Их работы изменили современные представления о циклах звездной жизни, дали начало новым направлениям в астрофизике, позволяющим в том числе и прогнозировать глобальные астрофизические процессы во Вселенной".

В ответных речах награжденные поблагодарили президента России и, в частности, сказали следующее. **Д.А. Варшалович:** "...астрофизика сейчас переживает небывалый подъем: огромный поток удивительных, неожиданных и фундаментальных

открытий. Их последствия скажутся, я думаю, в будущем. Но для этого необходимо создание крупных сверхчувствительных оптических и радиотелескопов, запуски новых космических рентгеновских и гамма-обсерваторий. Понимаю, что это требует больших капиталовложений. Поэтому развитые страны ныне участвуют в крупных совместных проектах, строят большие телескопы и обсерватории. Думаю, что для того, чтобы Россия, как и прежде, держала лидирующие позиции в астрофизике и исследовании космического пространства, нам необходимо принимать участие в крупнейших международных проектах. Если этого не будет, мы можем скатиться на уровень дворовой команды". **А.М. Фридман:** "В Международный год астрономии естественно вспомнить, что оптический



Академик Д.А. Варшалович



Академик А.М. Фридман



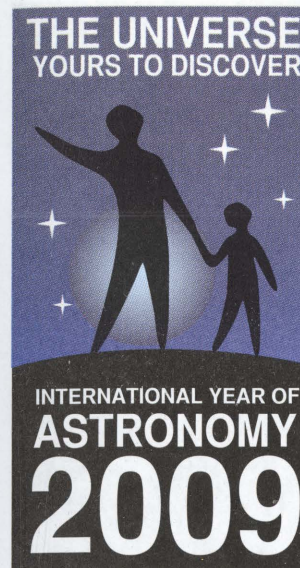
Академик А.М. Черепашук

шестиметровый телескоп и “Ратан-600” в год их постройки в России, в 1975 г., были самыми большими астрономическими инструментами в мире. Тогда же мы лидировали в космических исследованиях. Сейчас в наиболее развитых странах стало ясно, что наука абсолютно нужна для их благосостояния. Я глубоко уверен, что Россия принадлежит к числу этих стран”. А.М. Черепашук: “... мы в Московском университете активно развиваем научные исследования и даже строим новую обсерваторию в горах Северного Кавказа при поддержке Правительства Российской Федерации. Мы Вам очень благодарны за поддержку научных исследований и за поддержку учебного процесса, в том числе в Московском университете. Считаю, что астрономия должна преподаваться в общеобразовательных школах как отдельный предмет, потому что интерес молодежи к астрономии очень велик. Например, ежегодно конкурс в Московском университете на астрономическое отделение очень большой: 5–7 человек на место. Вы сами отметили, что этот год объявлен Организацией Объединенных Наций как Международный год астрономии. Тем самым признается выдающееся значение астрономии для жизни человечества”.

В выступлениях награжденных, как и в «Резолюции Всероссийской конференции “Астрономия и общество”, посвященной Международному году астрономии» (Земля и Вселенная, 2009, № 4, с. 45–47), подчеркивается необходимость решения насущных проблем развития астрономической науки и астрономического образования.

Редколлегия и редакция журнала “Земля и Вселенная” поздравляют лауреатов с высокой наградой и надеются, что в ближайших номерах журнала появятся их интересные научно-популярные статьи. Ранее на страницах нашего журнала неоднократно публиковались статьи члена редколлегии журнала “Земля и Вселенная” А.М. Черепашука (Земля и Вселенная, 1999, № 3; 2005, № 4; 2006, № 6), А.М. Фридмана (Земля и Вселенная, 1999, № 3; 2006, № 5) и Д.А. Варшаловича (Земля и Вселенная, 1980, № 3).

По материалам сайта
Kremlin.ru.
Подготовил Е.П. Левитан



Материю, которая невидима, не излучает и не поглощает свет, называют темной, она обнаруживается по создаваемой ею гравитации. Постепенно выяснилось, что темная материя присутствует во всех масштабах: от галактических до сверхскоплений галактик. По массе ее существенно больше, чем видимой материи,

Природа темной материи — одна из величайших загадок современной космологии. У открытия и исследования темной материи во Вселенной долгая история. Мысль о том, что может существовать материя, которую невозможно увидеть, владеет умами астрономов вот уже 85 лет. В настоящее время проблема темной материи представляет существование всей астрофизики.

Астрофизика, космология

Темные объекты и темная материя

И.Д. НОВИКОВ,
член-корреспондент РАН
Астрономический центр ФИАН им. П.Н. Лебедева
Международная академия им. Нильса Бора,
Институт им. Нильса Бора (Копенгаген, Дания)



составляющей звезды, планеты, газ, пыль. Что представляет собой темная материя, до сих пор неизвестно. Возможно, это еще не открытые элементарные частицы или маломассивные черные дыры и гипотетические кроновые норы.

Перевод статьи с английского языка и примечания к ней сделаны В.К. Абалакиным.

Первые идеи о том, что наша Галактика содержит, по меньшей мере, в два раза большую массу, чем та, которую можно отнести к светящейся материи (звезды, газ), провозгласили в 1922 г. Я. Каптейн¹ и Дж. Джинс², а затем, позднее на десять лет, и Я. Оорт³.

Ф. Цвикки⁴ первым в 1933 г. указал на то, что сумма масс видимых галактик в скоплении галактик в созвездии

Волос Вероники существенно меньше общей массы этого скопления, производящей гравитационное поле. Суммарную массу можно определить, измерив напряженность общего гравитационного поля в этом скоплении. Напряженность можно вычислить, если из наблюдений известны скорости движения галактик и линейные размеры скопления. Ф. Цвикки пришел к выводу о том, что либо это



скопление гравитационно не связано и является молодым, либо видимая материя не надежный проводник на пути определения массы.

В 1970 г. К. Фримэн⁵ пришел к заключению, что большие вращающиеся спиральные галактики окружены невидимыми дисковидными гало. В случае типичной спиральной галактики ее видимая часть простирается примерно на 50 тыс. св. лет от центра данной галактики. Однако облака атомного водорода движутся вокруг центра какой-либо галактики на расстоянии примерно 80 тыс. св. лет и более. Измерения показывают, что водородные облака движутся с очень большими скоростями вокруг

центра галактики. Измерения скоростей облаков, находящихся на различных расстояниях от центра галактики, позволили сделать вывод о напряженности гравитационного поля на этих расстояниях и, следовательно, определить распределение масс, производящих такое поле. Поэтому мы вынуждены констатировать, что кроме светящегося ядра должно существовать темное гало из невидимой материи.

Позднее Я.Э. Эйнасто⁶ исследовал распределение невидимой материи вокруг галактик даже на больших расстояниях, используя измерения движений малых галактик-спутников вокруг больших галактик, и

Область горячего газа во Вселенной. Синтезированное изображение (в видимом и рентгеновском диапазонах) показывает, как галактики удерживают светящийся газ (малиновый цвет), но их гравитационное поле значительно выше суммы их составляющих. Это подтверждает присутствие темной материи. Снимок сделан 4 апреля 1999 г. международной космической рентгеновской обсерваторией "ROSAT". NASA. Р. Немиров, Дж. Боннелл.

получил аналогичный вывод о невидимых гало (Земля и Вселенная, 2009, № 4). В то время возможная физическая природа темной (скрытой) материи была абсолютна неизвестна. Насколько же

мы продвинулись за последние 30 лет? Первый Симпозиум МАС, посвященный проблеме скрытой материи во Вселенной, состоялся в 1985 г. Дж. Корменди⁷ и Г. Кнапп⁸ в предисловии к трудам этого Симпозиума ("Proceedings of the IAU Symposium № 117") отметили, что: "впервые Международный астрономический союз созвал симпозиум по объектам совершенно неизвестной природы". К сожалению, сегодня мы должны повторить, что природа темной материи все еще неизвестна.

30 или даже 20 лет тому назад астрономы думали, что масса темной материи, преобладающая во Вселенной, определяет динамику Вселенной и кривизну трехмерного пространства. Сегодня мы знаем гораздо больше о скрытом секторе Вселенной. Наблюдение в пределах измерений температуры анизотропии в космическом микроволновом фоновом излучении (КМФИ-излучение — это реликтовое излучение, появившееся сразу же после рождения Вселенной, оно несет важную информацию об эволюции Вселенной), информация о распространении гелия и других легких элементов во Вселенной (образовались через пять минут после Большого взрыва в горячей плазме Вселенной) и образовании структуры во Вселенной указывают на то, что "нормальная" (то есть барионная) материя ответственна лишь за примерно 4% материального содержания Космоса. Звезды, планеты, газ, пыль и мы сами — все это состоит из барионной материи. Остальные 96% — "темный" сектор с примерно 23%

темной материи и примерно 73% темной энергии. Мы знаем, что темная материя вызывает эффект гравитационного притяжения, как и обычная барионная материя. А темная энергия, реально преобладающая во Вселенной, вызывает эффект гравитационного отталкивания. Физическая природа темной энергии совершенно неизвестна.

На первый взгляд любая классификация, кроме хорошо известной барионной материи, напоминает пародию А. Аверченко⁹: "История мадианитян¹⁰ затерялась во мраке веков и неизвестна; тем не менее ученые различают в ней три отчетливых отдельных периода: первый, о котором ничего неизвестно, второй, о котором можно сказать то же самое, и третий, который следует за двумя первыми". Действительно, причина такой классификации связана с различными гравитационными эффектами, вызванными темной материей и темной энергией.

Один из самых простых вопросов, который можно задать о Вселенной, звучит так: "Из чего она сделана?" Этот вопрос приводит современных космологов в некоторое замешательство, и они отвечают на него, пожимая плечами. В масштабах столь малых, как наша Галактика, и столь больших, как видимая Вселенная, большая часть массы Вселенной является скрытой и невидимой, и ее природа неизвестна.

Кроме методов исследования темной материи, названных выше, следует упомянуть также гравитационное влияние темной

материи на распространение света от удаленных источников (гравитационное линзирование). Важные части информации поступают также из анализа КМФИ-излучения и анализа процесса образования структуры Вселенной из малых начальных неоднородностей. Сила гравитации темной материи весьма существенна для процесса образования крупномасштабной структуры, то есть образования скоплений галактик и самих галактик. Развивая самосогласованный сценарий такого процесса, большинство космологов предпочитают тип темной материи, известный как холодная темная материя. Она называется холодной, так как в то время, когда гравитация темной материи становится важной для формирования структуры, скорости движения ее элементов были далеки от релятивистских, то есть намного меньше скорости света. Многие космологи убеждены в том, что холодная темная материя состоит из частиц, образовавшихся в раннем, горячем периоде эволюции Вселенной, но все еще существующих сегодня. Список возможных частиц-кандидатов, которые могут составлять темную материю, очень велик. Он состоит главным образом из гипотетических, все еще неведомых частиц, например аксионов или суперсимметричных реликтов (Земля и Вселенная, 2006, № 1, с. 37–49). Сейчас начаты прямые и косвенные эксперименты по их поиску. Прямое обнаружение темной материи, вероятно, уже доступно. Однако! Мы должны повторить: относительно фи-



Гигантское скопление галактик CL0025+1654, находящееся в 4.5 млрд св. лет от нас. Темная материя повторяет сгущения светящегося вещества в скоплении. Полная масса скопления – сумма масс всех галактик и массы невидимой темной материи (синий цвет). Снимок сделан 14 августа 2003 г. KTX. NASA. Ж.-П. Кнайб.

С. Хокин¹² указали на такую возможность. Таким образом, мы приходим к выводу, что на ранних стадиях во Вселенной могли существовать крошечные черные дыры и что их массы могли быть меньше масс звезд. Какова же судьба этих объектов?

Эволюция крошечных черных дыр зависит от величины их масс. Черные мини-дыры излучают энергию посредством квантового механизма. Этот процесс абсолютно пренебрежимо мал для черных дыр с массой порядка звездной массы. Чем меньше масса черной дыры, тем больше квантовый выход излучения и тем быстрее происходит процесс преобразования массы черной дыры в энергию излучения. Крайне медленный процесс потери энергии черной дырой из-за квантового излучения известен как квантовое испарение (*хокинговское испарение*). Излучение энергии черными дырами с малой массой нельзя называть “испарением”: это весьма значительное свечение. Во время этого свечения масса таких черных дыр уменьшается с постоянно возрастающей скоростью. Когда их масса падает до одного миллиона тонн, процесс излучения превращается во взрыв. Последней тысячи тонн взрываются за одну десятую долю секун-

Спиральная галактика M83 (NGC 5236) в созвездии Гидры, расположенная в 15 млн св. лет от нас. По движению звезд и газа в ее рукавах определили, что масса галактики намного превышает массу видимого вещества, поэтому она состоит преимущественно из темной материи. Снимок сделан 25 мая 1998 г. в Обсерватории Китт Пик (США). Алабамский университет. У. Киль.



ды, высвобождая энергию, равную выделяемой при взрыве одного миллиона мегатонных водородных бомб. Вычисления показывают, что все первичные черные дыры, начальные массы которых были менее миллиарда тонн, полностью “испарились” к нашему времени. Более массивные черные дыры сохранились до наших дней. Можно ли обнаружить их астрономическими средствами, предполагая, что они действительно существуют во Вселенной?

Чтобы найти достаточно малые черные дыры, необходимо искать излучение их жестких квантов. Наблюдения таких квантов, идущих из Космоса, могли бы помочь в отождествлении первичных черных дыр. До сих пор не обнаружена ни одна из них. Мы можем лишь заключить, что число черных дыр с массой около миллиарда тонн не превышает одной тысячи на кубический световой год. Если бы их было больше, можно было бы обнаружить их суммарное излучение. Квантовое излучение массивных первичных черных дыр пренебрежимо мало, их можно считать кандидатами в объекты, составляющие темную материю.

В 1994 г. П. Иванов, П. Насельский и я в Центре теоре-

тической природы темной материи мы, к сожалению, все еще находимся в потемках.

Кроме гипотетических неизвестных частиц, которые так важны для физики (и физиков!), имеются и другие кандидаты на включение в список подозреваемых в том, что темная материя состоит из них. Некоторые из них даже более экзотичны (и важны для науки!), чем неизвестные частицы. Среди них – релятивистские темные тела: первичные черные дыры и первичные кротовые норы.

Гипотеза о существовании первичных черных дыр также имеет долгую историю. Чтобы быть кандидатами на включение в список подозреваемых в том, что они составляют темную материю, черные дыры должны обладать довольно малыми массами, не более $0.5 M_{\odot}$. Такие черные мини-дыры не образуются в

нынешней Вселенной. Если же мы обратимся к прошлой истории Вселенной, то легко заметим, что условия в самом начале расширения Вселенной, около 13 млрд лет назад, были благоприятны для образования черных мини-дыр. Действительно, вся материя тогда пребывала в состоянии ужасно высокой плотности, и никакого добавочного сжатия не требовалось. Фактически эта материя расширялась с очень высокой скоростью. Поэтому могла образоваться черная дыра, если скорость расширения в небольшом объеме была несколько ниже или если количество материи было несколько больше, чем в соседних объемах того же размера. Тогда гравитационные силы могли замедлить расширение в этом объеме и через некоторое время превратить его в сжатие, образуя черную мини-дыру. В 1961 г. Я.Б.Зельдович¹¹ и я, а в 1971 г.

таической астрофизики (Дания) указали на эту возможность. В то время поступило сообщение об обнаружении микролинзирования звезд в Большом Магеллановом Облаке массивными компактными гало-объектами (*MACHO*¹³) нашей Галактики с вероятными массами около $0.1 M_{\odot}$. Среди других возможностей сделано предположение, что такими объектами могли быть черные дыры. Как мы подчеркнули выше, черные дыры с массами порядка $0.1 M_{\odot}$ могут иметь только изначальное происхождение. Следовательно, новое открытие дало добавочные аргументы в пользу возможности того, что холодная темная материя состоит из первичных черных дыр. Для образования первичных черных дыр массой $0.1 M_{\odot}$ необходимо существование флуктуаций грави-

тационного поля в ранней Вселенной. С другой стороны, флуктуации гравитационного поля на больших и меньших масштабах должны быть очень небольшими, чтобы соответствовать астрономическим наблюдениям. Согласно нашим вычислениям, такие условия возможны в начале расширения Вселенной. Холодная темная материя (или ее часть), вероятно, состоит из первичных черных дыр.

Теперь несколько слов о первичных кротовых норах. Согласно общей теории относительности, кротовая нора – сильно искривленное пространство в виде тоннеля, соединяющего две дыры (входа) в пространстве. Материя или излучение могут упасть в одну дыру, распространиться по тоннелю и выйти наружу из другой дыры, и наоборот. По одной из гипотез, первичные



Скопление галактик Abell 1689, находящееся в 2 млрд св. лет от нас. Это один из наиболее массивных объектов во Вселенной, создающий эффект гравитационного линзирования. Основная часть массы скопления сосредоточена в темной материи, присутствие которой можно обнаружить по искаженному изображению галактик фона. Снимок сделан 9 января 2003 г. KTX. NASA.

кратовые норы, вероятно, уже существовали в начале расширения Вселенной. Возможно, первичные кротовые норы сохранились после первых стадий расширения Вселенной. Хокинговское квантовое испарение не действует в таких объектах, благодаря чему они могут сохраняться в течение космологических промежутков времени, если не

подвержены другим неустойчивостям. Не исключено, что некоторая часть холодной темной материи состоит из первичных кротовых нор.

Итак, вполне возможно, что темные объекты — первичные черные дыры и первичные кротовые норы — могут разрешить загадку темной материи. Насколько хороши или плохи эти теории,

мы узнаем лишь тогда, когда станут известны результаты следующего поколения наблюдений, направленных на изучение холодной темной материи (прежде всего, с помощью космической обсерватории «Планк»¹⁴), а также других методов наблюдения. Будем надеяться, что наши гипотезы выдержат испытание временем.

Примечания

¹ Якоб Каптейн (Jacobus Cornelius Kapteyn, 1851–1922) — выдающийся голландский астроном, известный своими исследованиями нашей Галактики и доказательством ее вращения (1904), подтвержденного впоследствии Б. Линдбладом и Я. Оортом. Согласно его модели, Галактика имеет форму чечевицы (линзы) и простирается на 40 тыс. св. лет, Солнце расположено на расстоянии 2 тыс. св. лет от ее центра. Позднее Р. Трюмплер оценил размеры Галактики в 100 тыс. св. лет, а расстояние Солнца от ее центра — в 30 тыс. св. лет.

² Джеймс Джинс (James Horgood Jeans, 1877–1946) — известный английский математик, физик, астроном и популяризатор науки. Приливная теория образования планет Солнечной системы изложена в его книгах «Проблемы космогонии и звездной динамики» и «Астрономия и космогония», опубликованных в 1919 г. и 1928 г. Многие работы Джинса посвящены также теории внутреннего строения и эволюции звезд.

³ Ян Оорт (Jan Hendrik Oort, 1900–1992) — выдающийся голландский астроном. В 1927 г. на основании своих исследований движения звезд он подтвердил теорию вращения Галактики. В 1970 г. Оорт построил большой синтезирующий радиотелескоп в Вестер-

борке для интерферометрических наблюдений. В 1950 г. выдвинул гипотезу об общем происхождении комет и существовании облака комет, подтвержденную впоследствии.

⁴ Фриц Цвикки (Fritz Zwicky, 1898–1974) — известный швейцарско-американский астрофизик и изобретатель. Известен своими многочисленными космологическими теориями, дающими и в наши дни глубокий взгляд на понимание Вселенной. Многие годы вел наблюдения в астрономических обсерваториях Маунт Вилсон и Маунт Паломар. В 1933 г. он доказал существование невидимой темной материи. В 1937 г. предположил, что скопления галактик могут действовать как гравитационные линзы.

⁵ Кеннет (Кен) Фримэн (Ken Freeman, род. в 1940 г.) — выдающийся австралийский астроном. С 1967 г. работал в обсерватории Маунт Стромло Австралийского национального университета в Канберре. Исследовал проблемы образования и динамики галактик и шаровых скоплений, в частности темной материи в галактиках.

⁶ Ян Эльмарович Эйнasto (Jaan Einasto, род. в 1929 г.) — выдающийся эстонский астрофизик и космолог. До 1977 г. работал в Тартуской астрономической обсерватории и до 1998 г. — в обсерватории Эстонской академии наук в Тыравере. Исследовал образование структуры и эво-

люции Вселенной, открыл ее ячеистую структуру.

⁷ Джон Корменди (John Kormendy, род. в 1948 г.) — профессор астрономии Техасского университета в Остине (США). Научные интересы связаны с поиском черных дыр в ядрах галактик, фотографированием галактик с черными дырами, исследованиями темной материи, изучением эволюции галактической структуры.

⁸ Гиллиан Кнапп (Gillian Knapp) — профессор астрономии Университета штата Мэриленд (США). Ее научные интересы относятся к области физики углеродных звезд, изучению межзвездной среды (в том числе и внутри галактик), исследованиям структуры Галактики.

⁹ Аркадий Аверченко (1881–1925) — известный русский юморист. Цитата взята из начала его «Полной мировой истории журнала «Сатирикон»».

¹⁰ Мадиянитяне — полукочевые племена, упоминаемые в Библии. Мадиянитяне кочевали в Заиорданье вдоль границ Аравийской пустыни и на окраинах Моава и Эдома до пустынь Сина, контролируя торговые пути из Ханаана в Египет. В эпоху Судей после поражения в войне мадиянитяне исчезли с политической и военной арены.

¹¹ Яков Борисович Зельдович (1914–1987) — выдающийся советский физик, академик АН СССР. В 1964 г. он и американский астрофизик Э. Солпи-

тер первыми (независимо друг от друга) выдвинули предположение, что источниками колоссальной энергии квазаров служат аккреционные диски, охватывающие массивные черные дыры. В работах Зельдовича по космологии основное место занимала проблема образования крупномасштабной структуры Вселенной, он исследовал начальные стадии ее расширения. В сотрудничестве с Р.А. Сюняевым создал теорию рассеяния реликтового излучения на электронах и предсказал физическое явление – эффект Сюняева – Зельдовича.

¹² Стивен Хокинг (Stephen William Hawking, род. в 1942 г.) – выдающийся английский физик-теоретик, профессор математики Кембриджского университета и многих других научных учреждений. Внес существенный вклад в космологию и квантовую

теорию гравитации, в частности в связи с черными дырами. Он теоретически предсказал явление излучения из черных дыр, известное теперь как хокинговское излучение, сформулировал теоремы, связанные с сингулярностями в смысле общей теории относительности.

¹³ В международном проекте MACHO (MASSive Compact Halo Objects – массивные компактные объекты в гало) принимают участие ученые из обсерваторий Маунт Стромло и Сайдинг Спринг (Австралия), Центра астрофизики частиц Калифорнийского университета, институтов и лабораторий США. Главной задачей проекта является проверка гипотезы, утверждающей, что значительная часть темной материи в гало нашей Галактики состоит из таких объектов, как коричневые карлики или планеты.

¹⁴ Космическая обсерватория “Планк” (“Planck”) запущена 14 мая 2009 г. в рамках программы Европейского космического агентства Horizon-2000, это часть программы Cosmic Vision. Названа в честь выдающегося немецкого физика Макса Планка (1858–1947) – одного из творцов квантовой теории, лауреата Нобелевской премии 1918 г. Обсерватория будет строить изображения анизотропий поля космического фонового излучения всего неба с непревзойденными чувствительностью и угловым разрешением. С ее помощью надеются получить информацию, относящуюся к нескольким космологическим и астрофизическим проблемам, связанным с проверкой теорий ранней Вселенной и происхождения космической структуры (см. с. 43).

Информация

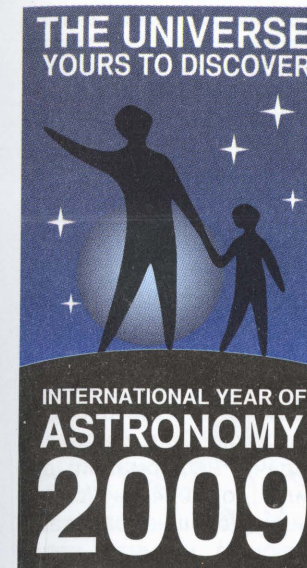
Новый класс активных галактик?

К известным классам активных галактик – радиогалактикам и блазарам (мощные источники излучения вокруг сверхмассивных черных дыр в ядрах некоторых галактик) – можно, вероятно, добавить еще один класс. Его представ-

итель – открытая недавно с помощью американской космической обсерватории им. Ферми (“GLAST”; Земля и Вселенная, 2008, № 5, с. 58) галактика PMN J0948+0022, находящаяся на расстоянии 5.5 млрд св. лет от нас. Как и во многих других активных галактиках, в центре этой галактики, наверное, есть сверхмассивная черная дыра, которая раскручивает и разогревает окружающее ее вещество (газ и пыль) и выбрасывает его в виде струй. Несмотря на то, что сверхмас-

сивная черная дыра в центре PMN J0948+0022 вращается медленнее, чем в радиогалактиках и блазарах, струи из ее центра тоже вырываются, сопровождаясь мощным гамма- и радиоизлучением. По мнению специалистов, открытие нового класса активных галактик может рассматриваться как свидетельство того, что во Вселенной существуют пока неизвестные нам природные ускорители.

Пресс-релиз NASA, 29 мая 2009 г.

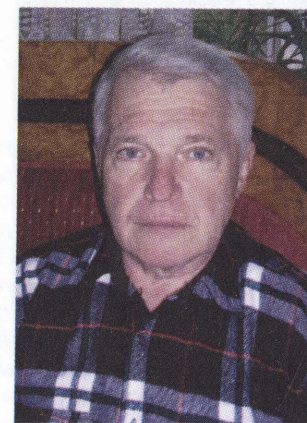


1 июля 2008 г. официально завершена работа AMC “Улисс” (“Ulysses”; ESA, NASA) после 17 лет исследований Солнца и гелиосферы, однако она еще продолжает функционировать. Расчетный срок ее эксплуатации превышен в четыре раза (Земля и Вселенная, 1990, № 5, с. 92; 1991, № 1, с. 67–68; 1993, № 5; 1995, № 5, с. 51; 1996, № 3, с. 38–39; 2001, № 5, с. 26; 2003, № 1, с. 80–81; 2004, № 3, с. 17–18; 2007, № 5, с. 51–53; 2009, № 2, с. 81). Европейское космическое агентство создало AMC, половину научной аппаратуры и ее интегрирование, а также поддержало группу по управлению полетом в Лаборатории реактивного движения (JPL, NASA). NASA разработало несколько научных приборов и радиоактивный термoeлектрический генератор, осуществляло запуск, навигацию и слежение за

Космонавтика – астрофизике

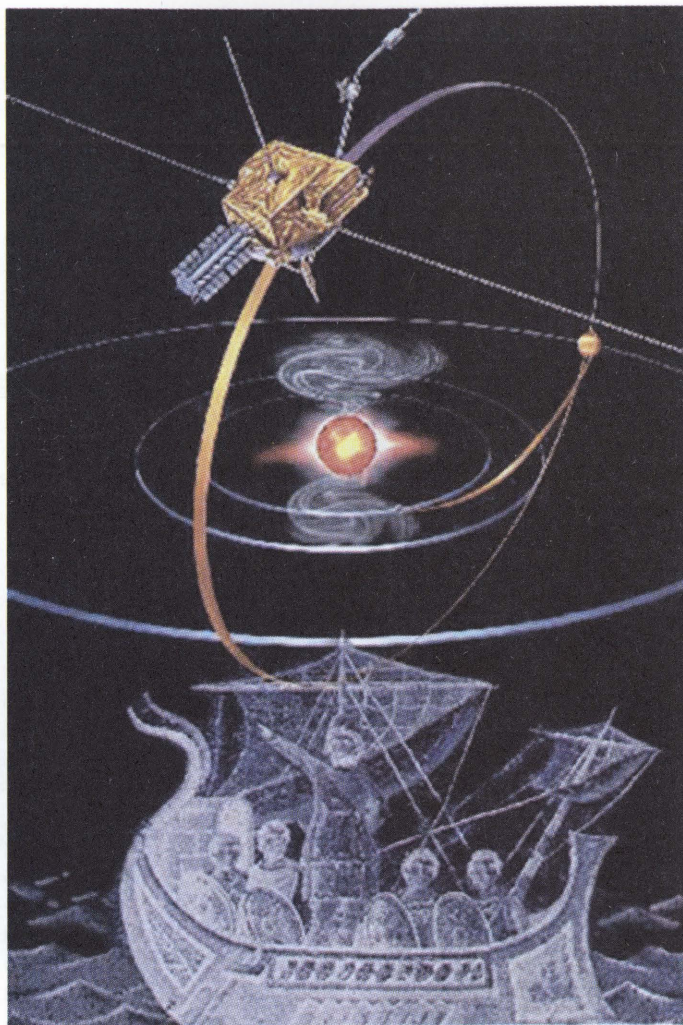
Завершение миссии AMC “Улисс”: четырехмерная гелиосфера

И.С. ВЕСЕЛОВСКИЙ,
доктор физико-математических наук
Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына МГУ



полетом AMC с помощью системы антенн дальней космической связи, а также занималось обработкой информации. Основные научные задачи “Улисс” связаны с измерением физических характеристик приполярных областей Солнца. Двигаясь по гелиоцентрической орбите, станция помогла ученым лучше понять отличия в строении и динамике солнечного ветра и межпланет-

ного магнитного поля в годы низкой и высокой солнечной активности. Напомним, что минимумы последних двух солнечных циклов наблюдались в 1996 г. и 2009 г., а максимумы – в 1990 г. и 2000 г. Мы теперь гораздо лучше знаем, как устроена гелиосфера и как она меняется со временем, что ценно для решения задач космической погоды. Полученная информация крайне важна для построения более точной динамической модели околосолнечного пространства и солнечного ветра с межпланетным магнитным полем. Впервые прямым способом наблюдались межзвездная пыль и нейтральные атомы гелия, проникающие из межзвездной среды внутрь Солнечной системы. В результате возникло новое представление о **четырёхмерной гелиосфере** – это главный итог исследований AMC “Улисс”.



Символ миссии "Улисс". В верхней части изображена станция на орбите вокруг Солнца, внизу — легендарный греческий герой Улисс на корабле, долго путешествовавший в неведомых краях.

и в 2007 г. составила 180 Вт. Запас топлива двигательной установки для маневров в начале миссии был 33.5 кг, в 2007 г. его оставалось лишь около 6 кг. Скорость передачи информации доходила до 1024 бит/с. На станции успешно работала следующая научная аппаратура: векторный магнитометр с двумя датчиками, два прибора для измерения параметров солнечного ветра и его ионного состава, коронограф, спектроскоп и три прибора для измерения потоков энергичных заряженных частиц и космических лучей галактического, солнечного и межпланетного происхождения, регистратор пылевых частиц, комплексный плазменно-волновой и радиоволновой анализатор, а также прибор для регистрации рентгеновского излучения Солнца и всплесков космического гамма-излучения. Кроме того, проводился научный эксперимент по просвечиванию солнечной короны сигналами бортового радиопередатчика, принимавшимися на Земле.

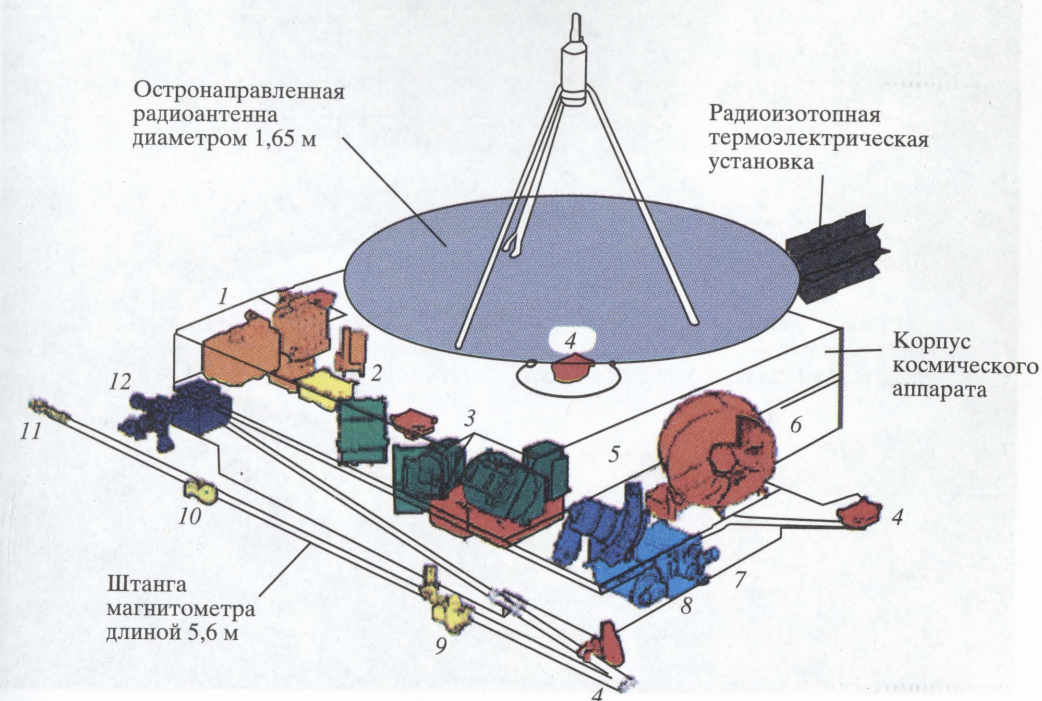
Напомним, что работы по проекту "Улисс" начались в 1977 г., запуск АМС планировался на февраль 1983 г., но по различным причинам несколько раз откладывался и состоялся 6 октября 1990 г. Чтобы АМС могла выйти из плоскости эклиптики при старте с Земли,

подобного не планируется, так что миссию с полным правом можно назвать уникальной. Работа этой станции оказалась очень успешной и несколько раз продлевалась.

Основные характеристики АМС "Улисс": размеры — $3.2 \times 3.3 \times 2.1$ м, стартовая масса — 366.7 кг, из них масса научной аппаратуры — 55 кг. Термоэлектрическая установка, работающая на плутонии-238, обеспечивала мощность 283 Вт, которая постепенно снижалась

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одиссей, легендарный путешественник, герой бессмертной поэмы Гомера, не случайно стал олицетворением миссии "Улисс" (Улисс с лат. — Одиссей), ведь АМС "Улисс" оказалась беспримерным космическим путешественником. Это единственный космический аппарат, за 17 лет трижды облетевший вокруг Солнца над его полюсами. В обозримом будущем ничего



Размещение научной аппаратуры на АМС "Улисс": 1 — детектор космических лучей и солнечных частиц, 2 — блок для проведения эксперимента по радиозондированию короны, 3 — прибор для регистрации солнечного ветра, 4 — анализатор радио- и плазменных волн, 5 — спектрометр ионного состава солнечного ветра, 6 — регистратор космической пыли, 7 — прибор для измерения энергичных частиц, 8 — аппаратура для измерения межзвездного нейтрального газа, 9 — прибор для регистрации солнечного рентгеновского излучения и космических гамма-всплесков, 10 — датчик индукционного магнитометра, 11 — векторный гелиевый магнитометр, 12 — прибор для измерения спектров, состава и анизотропии потоков низкоэнергичных ионов и электронов. Рисунок NASA — ESA.

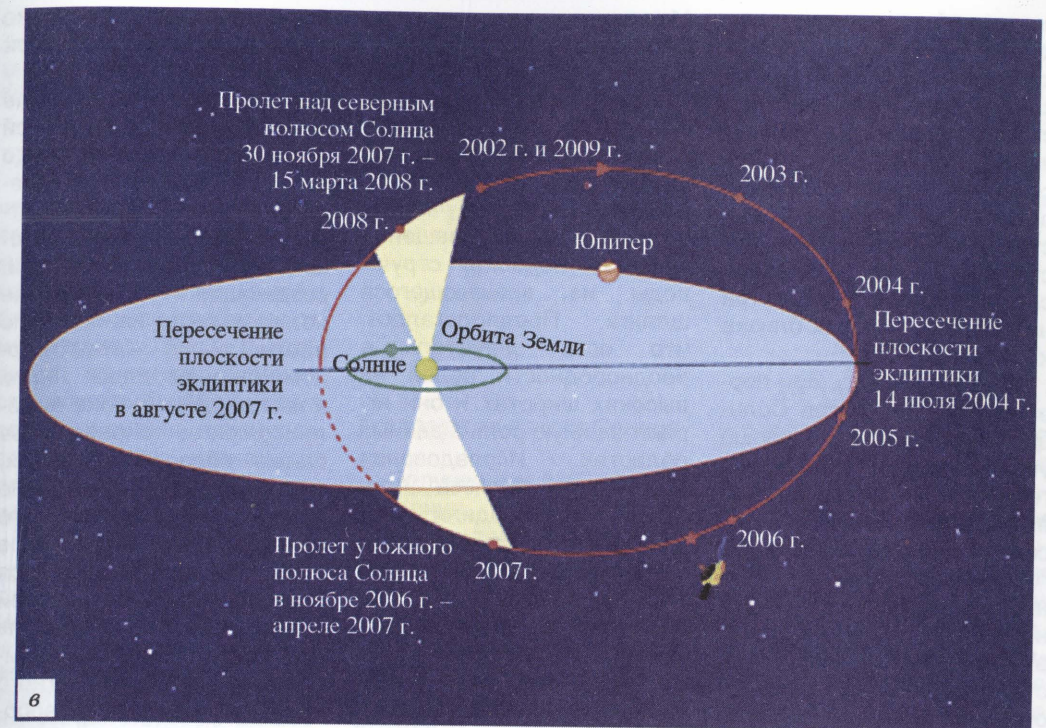
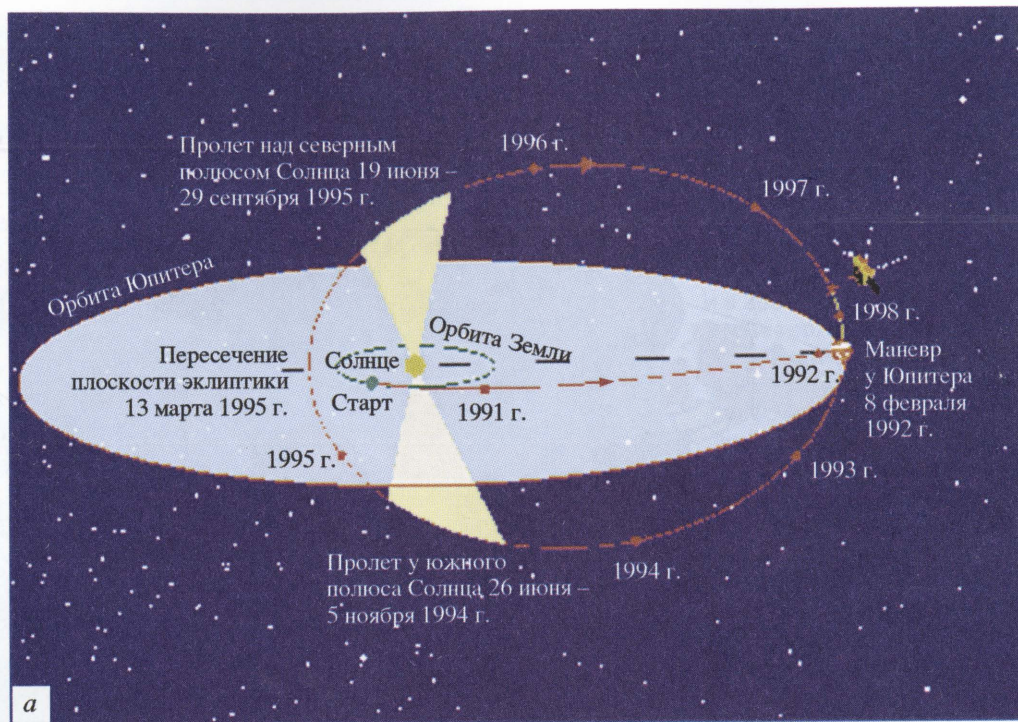
необходим очень мощный двигатель для уменьшения скорости ее орбитального движения (около 30 км/с). Поэтому станцию направили к Юпитеру, около которого 8 февраля 1992 г. она выполнила гравитационный маневр, используя его мощное гравитационное поле как "пращу" для выброса из плоскости эклиптики и перехода на полярную околосолнечную орбиту с наклоном примерно 80° . После пролета вблизи Юпитера станция вышла на гелиоцентрическую орбиту с минимальным расстоянием от Солнца 1.3 а.е. (200 млн км) и максимальным расстоянием от Солнца 5.4 а.е. (810 млн км), период обращения — 6.2 года. 26 июня — 5 ноября 1994 г. и 8 сентября 2000 г. — 16 января 2001 г. АМС дважды пролетела около южного

полюса Солнца, 19 июня — 29 сентября 1995 г., 3 сентября — 12 декабря 2001 г. и 30 ноября 2007 г. — 15 марта 2008 г. — над северным полюсом Солнца. 13 сентября 1994 г., 27 ноября 2000 г. и 7 февраля 2007 г. она достигала максимальной гелиографической широты (-80.2°) у южного полюса Солнца, а 31 июля 1995 г., 13 октября 2001 г. и 14 января 2008 г. — у северного ($+80.2^\circ$). АМС "Улисс" пять раз пересекала плоскость эклиптики: 13 марта 1995 г., 9 мая 1998 г., 25 мая 2001 г., 14 июля 2004 г. и в августе 2007 г.

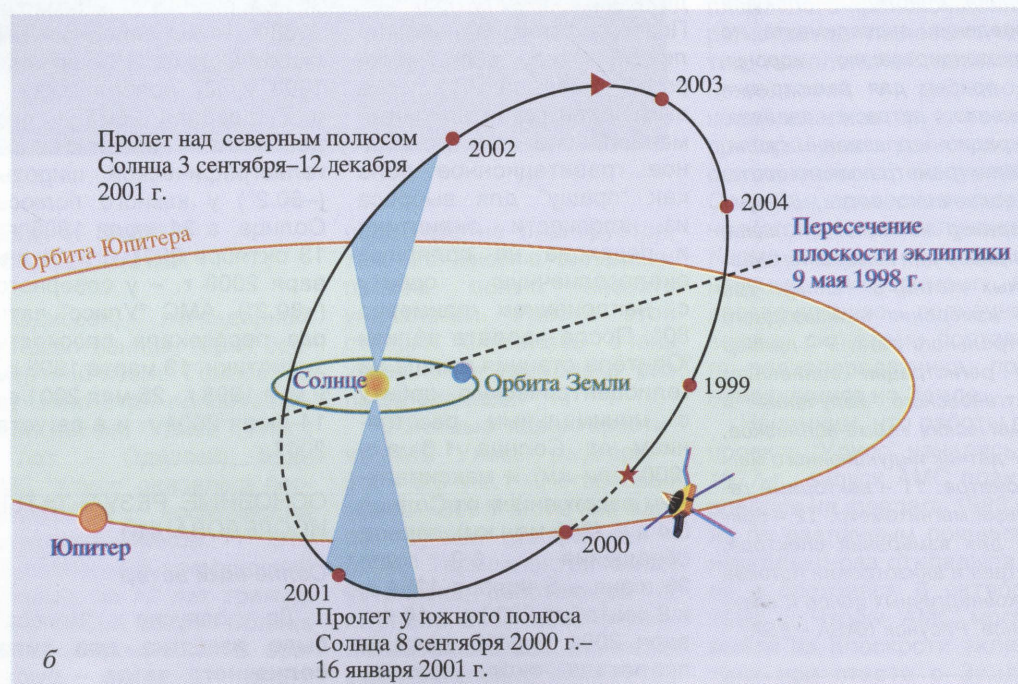
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Солнечный ветер

До запуска "Улисса" было известно два типа солнечного ветра — быст-

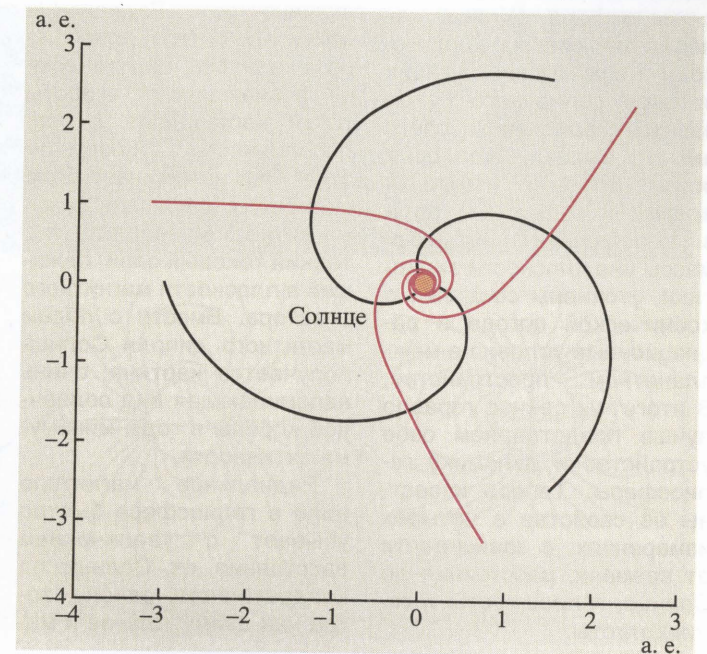


Траектория движения АМС "Улисс" по гелиоцентрической орбите вне плоскости эклиптики. Показаны три оборота вокруг Солнца: а) 1993–1998 гг., б) 1999–2004 гг., в) 2002–2009 гг. Рисунок NASA – ESA.



рый (600–700 км/с) и медленный (300–400 км/с). Это стало ясно уже в середине 1970-х гг. после проведения прямых измерений в космосе и радиоастрономических наблюдений. Быстрый ветер истекает из корональных дыр, источники медленного солнечного ветра до сих пор не установлены. Благодаря измерениям, выполненным АМС, выяснилось, что быстрый солнечный ветер существует на всех фазах солнечного цикла и пропадает лишь в период максимума

Упрощенная модель спиральных линий магнитного поля (черный цвет) и линий электрического тока (красный цвет) вблизи плоскости магнитного экватора в гелиосфере.



солнечной активности, когда исчезают полярные корональные дыры. Исследована гелиоширотная структура потоков солнечного ветра на всех фазах солнечного цикла. Переход от медленного ветра к быстрому в пространстве достаточно резкий, а средняя скорость солнечного ветра на высоких широтах близка к 750 км/с.

В 1994–1995 гг., при первом облете полюсов Солнца, наблюдалась хорошо упорядоченная структура гелиосферы и солнечного ветра, характерная для симметричной короны в годы на спаде и около минимума солнечной активности. При втором облете, в 2000–2001 гг., структура стала неупорядоченной и очень динамичной, что свойственно максимуму цикла. В конце третьего облета, в феврале 2008 г., наблюдался необычайно слабый солнечный ветер с очень низкой плотностью и небольшим магнитным полем в гелиосфере. “Улисс” измерил параметры ударных волн и взаимодействующих потоков солнечного ветра разных скоростей на средних и высоких гелиоширотах. Впервые измерены плазма и магнитные поля в корональных выбросах массы вне плоскости эклиптики, уточнены сведения о космической погоде и радиационные условия в межпланетном пространстве. В итоге мы сейчас гораздо лучше представляем себе устройство и динамику гелиосферы. Теперь известны ее свойства в четырех измерениях: в зависимости от времени, расстояния до Солнца, гелиошироты и гелиодолготы.

Межпланетное магнитное поле

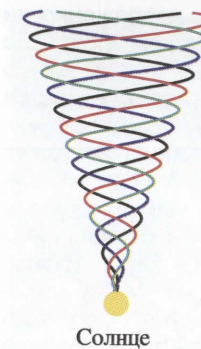
Линии межпланетного магнитного поля в гелиосфере на всех широтах образуют узор в виде спиралей Архимеда, закрученных в сторону против вращения Солнца, подобно струям воды из вращающегося шланга. Предполагалось, что есть значительные неоднородности полей на высоких широтах и они играют важную роль в данных областях. Исследования с помощью “Улисса” блестяще подтвердили это. Основные электрические токи, создающие магнитное поле в гелиосфере, сосредоточены в гелиосферном токовом слое. Они текут не на Солнце, а в самой гелиосфере. Установлено, что **секторная структура гелиосферного магнитного поля** устроена сложнее, чем думали ранее, она существует всегда, но сильно меняется в зависимости от фазы цикла солнечной активности. Радиальное магнитное поле в гелиосфере оказалось практически не зависящим от широты точки наблюдения в окосолнечном пространстве. Оно напоминает поле склеенных двух половинок магнитного монополя — это тонкий токовый слой, лежащий в плоскости магнитного экватора. Вместе с полем магнитного диполя Солнца получается картина, очень напоминающая вид солнечной короны в годы минимума активности.

Радиальное магнитное поле в гелиосфере быстро убывает с увеличением расстояния от Солнца по квадратичному закону, тогда как азимутальное и ме-

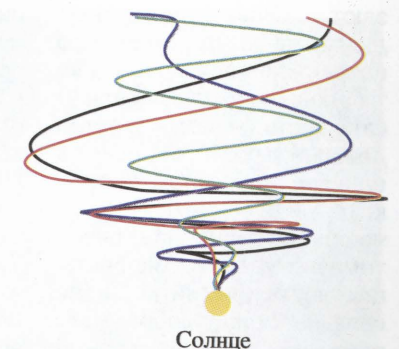
ридиональное поля обратно пропорциональны первой степени расстояния. В силу этого радиальное поле преобладает во внутренней гелиосфере примерно до орбиты Земли, а за ее пределами главными становятся поперечные составляющие. **Электрические токи**, создающие магнитное поле, имеют наибольшую плотность в гелиосферном токовом слое. Линии электрического тока в гелиосферном токовом слое также образуют спирали, многократно обходящие вокруг Солнца вблизи него во внутренней гелиосфере и постепенно становящиеся радиальными во внешней гелиосфере. Такая спираль для токов всюду перпендикулярна линиям магнитного поля и называется гиперболической. Электрические токи, создающие магнитное поле в гелиосфере, сосредоточены в основном именно в ней и лишь частично связаны в данный момент с условиями на Солнце. Картина магнитного поля имеет вид спиралей с “дрожжаниями” и перепутывающимися линиями. Одни из них начинаются на Солнце и заканчиваются на нем, другие уходят в бесконечность, а третьи вообще оказываются не связанными с Солнцем.

“Улисс” внес решающий вклад в понимание процессов **переполюсовки** магнитного поля в гелиосфере, которые происходят с периодом 22 года (цикл Хейла). Магнитный дипольный момент Солнца обращается с этим периодом в меридиональной плоскости светила. Таким образом, в одном солнечном минимуме диполь направлен на юг, а в следующем — на север,

Объемные модели магнитного поля в гелиосфере: коническая (слева) и более близкая к реальности.



Солнце



Солнце

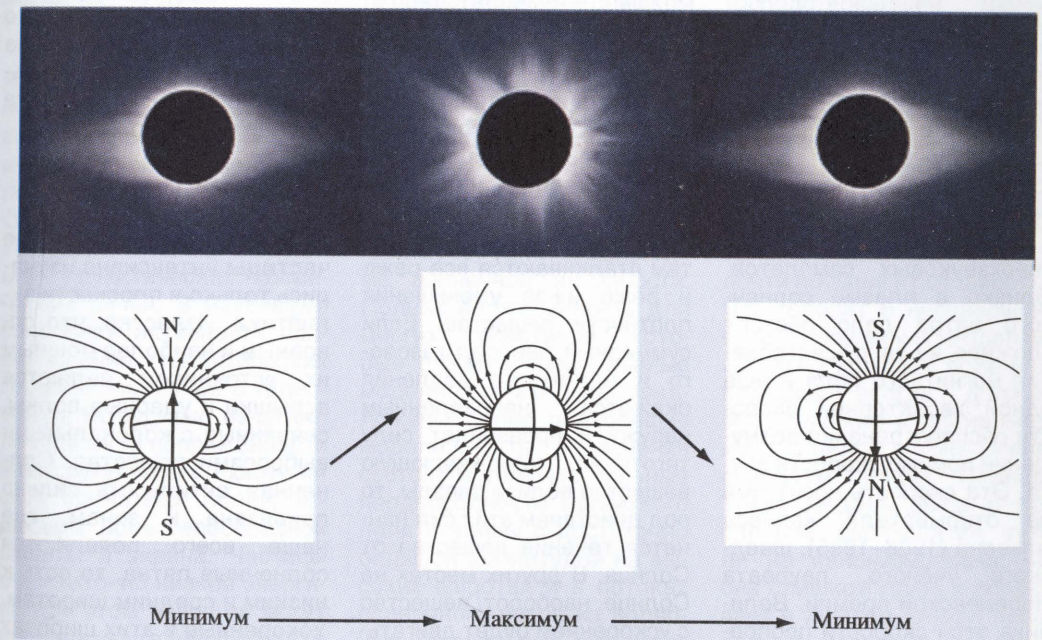
проходя через плоскость солнечного экватора в максимуме цикла. Итак, магнитный экватор Солнца близок к гелиографическому экватору лишь в годы около минимума активности, который наблюдается сейчас и сильно затянулся, став глубже нескольких предыдущих минимумов по всем параметрам.

Магнитное поле Солнца и гелиосферы в ходе солнечного цикла. В верхней части — три изображения солнечной короны, соответствующие минимумам и максимуму солнечной активности. Ось вращения Солнца вертикальна. Внизу показано, как происходит переполюсовка магнитного диполя (стрелки).

Турбосфера вокруг Солнца

Полученные АМС “Улисс” сведения убедительно подтверждают представления о том, что солнечный ветер (расширяющаяся солнечная корона) возникает не только и не столько благодаря разогреву плазмы, сколько под непосредственным воздействием магнитных полей и электромагнитных сил, довольно беспорядочно ускоряющих течение плазмы. Газодинамические силы при этом

играют важную роль, но они вовсе не главные и не единственные “двигатели” вещества, как думали еще совсем недавно. Высокоскоростные потоки солнечного ветра, вопреки этим представлениям, возникают не в горячих участках солнечной короны, а в холодных (корональные дыры). Быстрый солнечный ветер “дует” в гелиосфере почти всегда, исключая время около солнечного максимума, когда полярные корональные дыры исче-



Минимум

Максимум

Минимум

зают. “Электромагнитные двигатели” для солнечного ветра оказались важнее “тепловых двигателей”. Они состоят из множества деталей, объединенных в единый сложный механизм, который нуждается в изучении. В солнечном ветре температура, скорость, плотность и магнитное поле связаны между собой — это важный и принципиальный результат не только для физики Солнца, но и для всей астрофизики.

Течение вещества наружу зарождается и развивается в самых нижних слоях солнечной атмосферы сначала как турбулентное блуждание частиц плазмы вверх-вниз и во все стороны, постепенно становясь сверхзвуковым и сверхальвеновским радиальным потоком. Очень сложные и запутанные движения плазмы происходят вдоль и поперек магнитных трубок и петель, а также в пространстве между ними, всюду в атмосфере Солнца под действием градиентов газового давления, сил Ампера, инерции и вязкости. Существует определенная газодинамическая аналогия с течением газа из расширяющегося сопла (сопло Лавалля) с переходом через скорость звука, как в реактивных двигателях сверхзвуковых самолетов. Однако в плазме солнечного ветра дело обстоит сложнее из-за существования магнитного поля и еще одной характерной скорости распространения возмущений помимо скорости звука. Эта скорость носит имя ее открывателя Ханнеса Альвена (1908–1995), шведского ученого, лауреата Нобелевской премии. Величина этой скорости пропор-

циональна напряженности магнитного поля и обратно пропорциональна корню квадратному из плотности в отличие от скорости звука, которая пропорциональна корню квадратному из температуры газа. В короне Солнца обе эти величины “соревнуются друг с другом” и составляют сотни километров в секунду. Оболочка вокруг Солнца, в которой только еще зарождается солнечный ветер и хаотические движения первоначально преобладают над регулярным радиальным расширением, называется **турбосферой**. Она включает в себя отдельные участки солнечной короны, хромосферы и даже фотосферы, где скорости движения солнечного ветра обычно значительно ниже, но также иногда могут достигать сверхзвуковых и больше альвеновских значений.

В нижней части солнечной атмосферы (фотосфера и хромосфера) газовое давление больше магнитного давления. Здесь часто происходит столкновение частиц, так как велика плотность вещества. В верхней же части солнечной атмосферы (переходный слой, корона) магнитные силы преобладают над газовым давлением. Частицы там сталкиваются все реже и реже из-за уменьшения плотности вещества. Если суммарный перепад газового и магнитного давления окажется направленным наружу и превзойдет силу тяготения, удерживающую вещество вблизи звезды, то под действием этих сил начнется течение вещества от Солнца. В других местах на Солнце, наоборот, вещество с ускорением будет двигать-

ся вниз или в сторону. Теперь именно так понимают процесс зарождения и ускорения солнечного ветра.

Ясно, что происхождение солнечного ветра тесно связано с отсутствием равновесия, неоднородностью и нестационарностью Солнца, наличием у него электромагнитных полей, сильных хаотических и волновых движений. Поэтому ламинарные и стационарные модели не в состоянии правильно описать все детали этого процесса. Картина того, как Солнце испускает поток плазмы с сильно переменными характеристиками, прояснилась после исследований, выполненных “Улиссом”. Оказалось, что большие корональные дыры окаймляются гелиосферным токовым слоем, создающим секторную структуру гелиосферного магнитного поля. Установлена прямая связь между потоком вещества в солнечном ветре, магнитным потоком в корональных дырах и рентгеновской яркостью остального Солнца. Это указывает на еще более фундаментальные и глобальные связи на Солнце и в его атмосфере.

Энергичные частицы

Энергичные солнечные частицы интенсивно изучались только в плоскости эклиптики. Известно, что основным и наиболее мощным их источником являются вспышки и ударные волны, связанные с корональными выбросами вещества. Солнечная активность сильно привязана к зонам, где чаще всего появляются солнечные пятна, то есть к низким и средним широтам. Ускоренные в этих широтах

Фрагмент турбосферы. На снимке, сделанном ИСЗ “TRACE” в рентгеновских лучах, виден небольшой участок переходной области и короны над поверхностью Солнца. Фото NASA.

на Солнце и в гелиосфере частицы, как показали данные “Улисса”, достигают высокоширотных и полярных областей. В максимуме такие частицы присутствуют на всех гелиоширотах. Они удерживаются в своеобразных магнитных резервуарах во внутренней гелиосфере, достаточно медленно просачиваясь. Энергичные частицы существуют на всех фазах солнечного цикла, даже в самое спокойное время. Детали ускорительных процессов и удержания в резервуарах в настоящее время всесторонне исследуются.

Галактические космические лучи

До “Улисса” было известно, что галактические космические лучи, наблюдаемые вблизи плоскости эклиптики, подвержены воздействию солнечной активности. Об этом воздействию принято говорить как о “модуляции” галактических космических лучей. В максимуме солнечной активности проникновение галактических космических лучей в гелиосферу затруднено из-за более высокой напряженности в ней регулярных и хаотических магнитных полей, играющих роль своеобразной защиты и экрана. Частицы с достаточно низкой энергией при этом вовсе не могут проникать в гелиосферу. Су-



ществовало представление о том, что эта модуляция ослаблена или даже отсутствует в полярных участках гелиосферы, куда облегчен почти прямой, как думали, доступ галактических космических лучей. Основа этого представления — слишком упрощенная модель магнитного поля в гелиосфере, о которой уже говорилось. Оказалось, что **распределение галактических космических лучей** в гелиосфере в основном близко к сферически симметричному как в минимуме, так и в максимуме солнечной активности. Полная неожиданность для многих теоретиков, которые строили свои наивные модели! Тут же были предложены более подходящие модели. Суть объяснения состоит в том, что сильные неоднородности магнитного поля и волны с достаточно большой амплитудой на высоких широтах и в потоках солнечного ветра из полярных корональных дыр зара-

нее не стоило сбрасывать со счетов.

Неожиданное и не до конца объясненное открытие — практически полное отсутствие гелиоширотного градиента в потоках космических лучей. Согласно господствовавшему ранее неправильному взгляду ожидалось, что при приближении к полюсам интенсивность галактических космических лучей будет сильно возрастать. Но это не так! Распределение практически постоянно по направлениям движения и почти не зависит от широты. Это говорит о несовершенстве упрощенных моделей, согласно которым поле над полюсом всегда должно быть близким к радиальному, а в целом к коническим спиральям вокруг Солнца. Такая модель была в последние десятилетия чуть ли не канонизирована, но она слишком груба и описывает в лучшем случае лишь сильно усредненную кар-

тину. В более совершенных моделях высокоширотной гелиосферы присутствует постоянно флуктуирующее поперечное магнитное поле, сравнимое с регулярным радиальным полем и даже превосходящее его на достаточно больших расстояниях от Солнца. Эффективное глобальное и усредненное по времени магнитное поле и в гелиосфере оказывается по порядку величины приблизительно одинаковым на всех сферических поверхностях, окружающих Солнце как вблизи от него в короне, так и на расстояниях порядка 100 а.е. вплоть до контакта с межзвездной средой. В качественном отношении явление понятно, но точной количественной теории модуляции космических лучей в гелиосфере пока не создано.

Межзвездный газ и галактическое окружение

До "Улисса" имелись некоторые прямые и косвенные сведения о том, как **межзвездный газ** проникает в гелиосферу и каковы его свойства за ее пределами в ближайшем к нам и дальнем галактическом окружении. Эти сведения были получены ранее путем спектроскопических наблюдений с Земли и с других космических аппаратов и спутников. Они теперь значительно расширены. Выполнены прямые измерения вектора скорости, плотности и температуры нейтральных атомов межзвездного гелия, проводился анализ потоков этих атомов.

Сегодня мы знаем, как нейтральные атомы проникают в гелиосферу, как

они там ионизируются солнечным ультрафиолетовым излучением и потоками солнечного ветра, как затем "подхватываются" и нагреваются в общем потоке, "нагружая" и тормозя его. Содержание межзвездных атомов (водород, гелий, кислород, азот, неон) было определено на основе наблюдений их ионизации и "подхвата" межзвездным магнитным полем.

Параметры межзвездного ветра и магнитного поля по-прежнему известны с недостаточной точностью, однако они, по-видимому, позволяют думать о возможном существовании внешней головной ударной волны в потоке межзвездного ветра, налетающего на гелиосферу. Помимо "Улисса" здесь стоит вспомнить о "Вояджерах", которые в последние несколько лет достигли самых дальних участков гелиосферы, где также зафиксировали торможение солнечного ветра и образование в нем оконечной ударной волны, ограничивающей область сверхзвукового течения (Земля и Вселенная, 2005, № 4). Природа ожидавшихся и вновь обнаруженных ударных волн сейчас тщательно исследуется. С этой целью в сентябре 2008 г. запустили научный ИСЗ "Айбекс" ("IBEX", США; Земля и Вселенная, 2009, № 2).

Межзвездная пыль

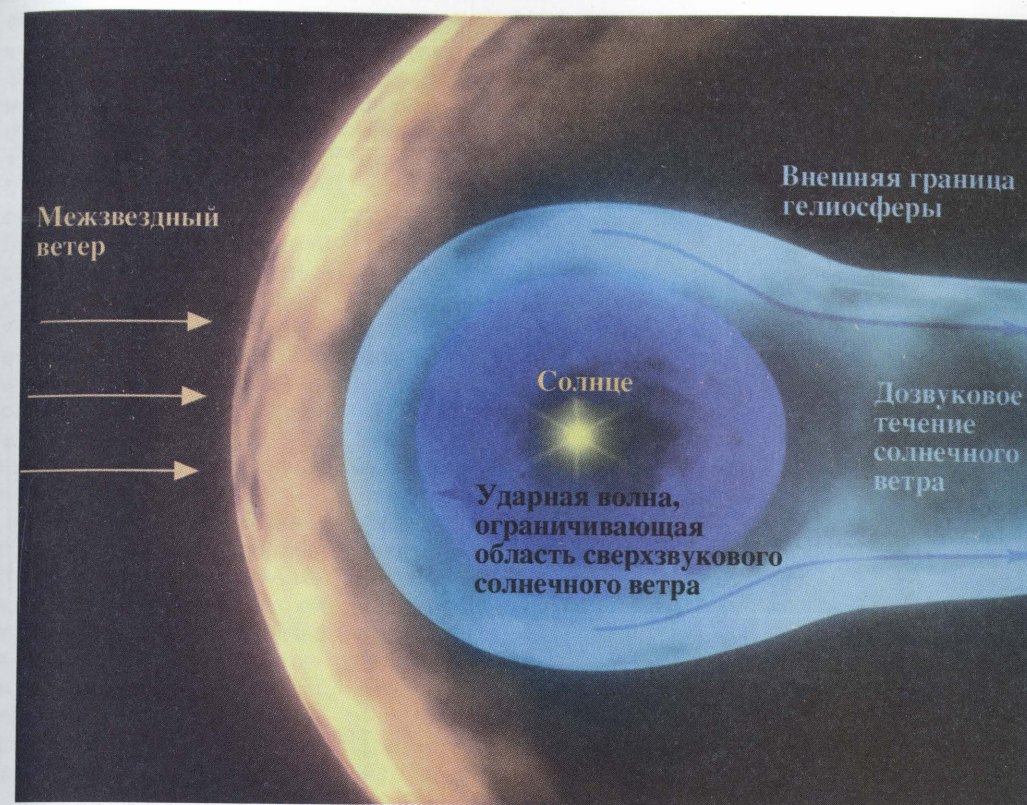
Основные сведения о **межзвездной пыли** до сих пор получали, исследуя поглощение излучения звезд в межзвездной среде. До полета "Улисса" полагали, что мелкие межзвездные пылинки не проникают в ге-

лиосферу. Приборы станции обнаружили потоки межзвездной пыли, движущейся в том же направлении и с той же скоростью, что и нейтральный газ. Электрически заряженные мелкие пылинки межзвездного происхождения существуют в гелиосфере. Крупные пылинки массой, превосходящей в 30 раз ожидавшуюся, составляют около 2% всей межзвездной массы.

Изотопы в галактических космических лучах

Измерение относительного содержания изотопов в галактических космических лучах подтверждает сценарий, согласно которому они, прежде чем оказались в Солнечной системе, большую часть времени находились в относительно разреженных областях галактического гало, а не диска. По соотношению изотопов алюминия-26 и алюминия-27 типичное время их жизни оценивается в 20 млн лет, что сравнимо со временем распространения этих изотопов из центра Галактики. Среднее время распада радиоактивного изотопа алюминия-26 – около 9 млн лет – оказалось удобным "маркером".

Измерение относительного содержания изотопов гелия-3 и гелия-4 в настоящую эпоху в межзвездном газе рассматривается как дополнительная поддержка известного сценария образования происхождения Вселенной в результате Большого взрыва. Ранее подобные заключения делались на основании относительного содержания дейтерия. Однако, по мнению автора, эта интерпретация не является вполне одно-



Гелиосфера – область пространства вокруг Солнца, где преобладает его влияние на космические магнитные поля и плазму. Рисунок NASA – ESA.

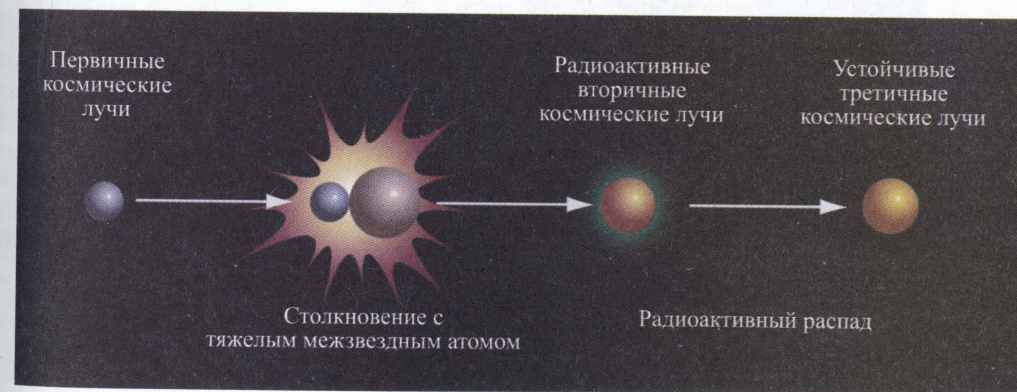
значной и окончательной, так как она основана на ряде предположений, требующих проверки.

Некоторые уроки

На АМС "Улисс" не было приборов для фотографирования Солнца, хотя пред-

лагалось установить на ней фотокамеры. Можно не сомневаться в том, что фотографии, запечатлевшие Солнце с полюсов, могли бы войти в учебники и энциклопедии. Пока же мы только догадываемся, как это выглядит на самом деле. Упущена такая хорошая

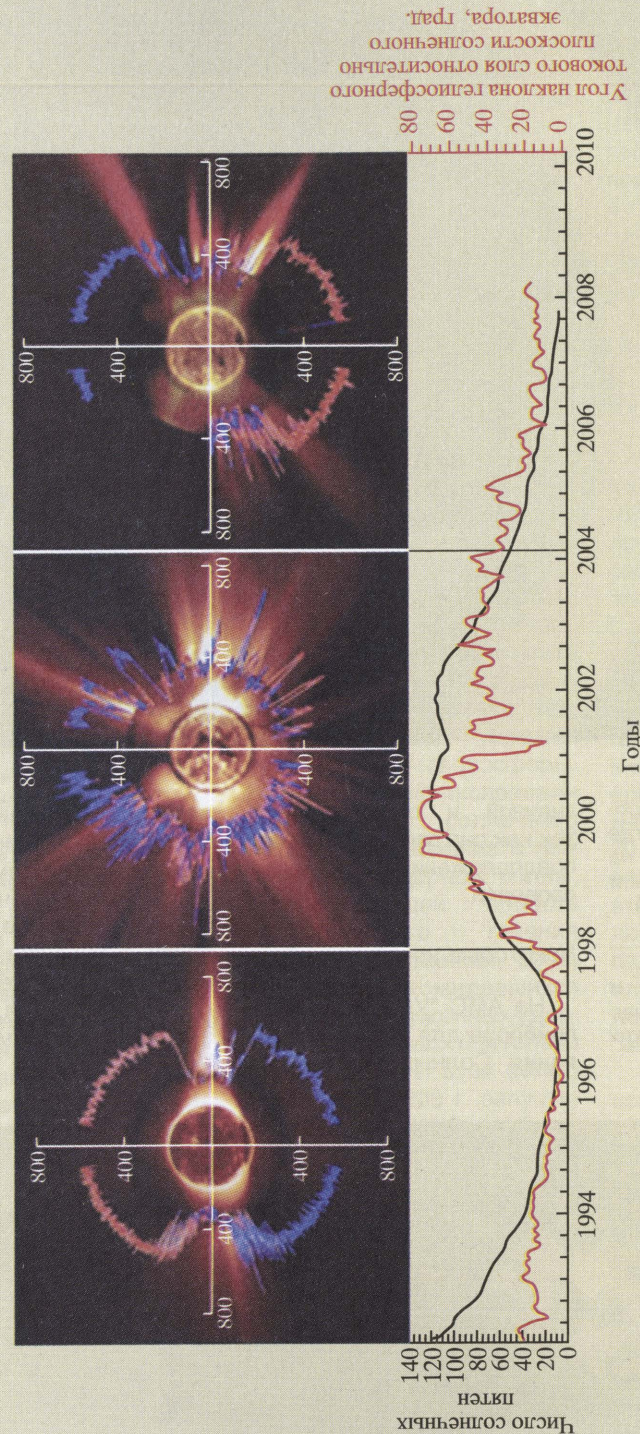
Процесс возникновения и распада радиоактивных ядер галактических космических лучей.



Третий виток

Второй виток

Первый виток



Плазменные и магнитные разрезы гелиосферы по широте на разных фазах цикла солнечной активности (слева направо): фаза спада и минимум 22-го цикла, максимум 23-го цикла. Вверху на изображении Солнца наложены разрезы с указанием величин скорости солнечного ветра (шкала в км/с) и направления магнитного поля к Солнцу (синий цвет). Внизу – число солнечных пятен в зависимости от времени: среднемесячные значения (черная кривая) и наклон гелиосферного токового слоя относительно плоскости солнечного экватора (красная кривая). Изображения диска Солнца и короны получены наблюдением в крайнем УФ-излучении на солнечной космической обсерватории "SOHO" и на наземном коронографе в белом свете (Обсерватория Мауна Лоа, Гавайи).

возможность, и не скоро она может представиться вновь. Очень жаль... Современных портативных и легких цифровых электронных фотоаппаратов тогда еще не было, а для массивных не оказалось места на станции. Приоритет при конкурсном рассмотрении отдали приборам для прямых измерений. Тем не менее это решение было чисто субъективным и не вполне оправданным. С этим теперь согласны и некоторые ученые, исследовавшие Солнце на AMC "Улисс".

Вид Солнца и его короны с полюсов, безусловно, был бы наиболее запоминающейся и яркой "визитной карточкой" проекта. Сейчас же такой "визитной карточкой" AMC "Улисс" служат **плазменные и магнитные разрезы гелиосферы по широте** в минимуме и макси-

муме солнечной активности, показывающие результаты измерений скорости солнечного ветра (в км/с) и направления межпланетного магнитного поля. Измерения проводились в 1994–2008 гг., в течение которых станция совершила три оборота вокруг Солнца.

Напомним, что первые панорамные фотоснимки поверхности Луны, вошедшие в историю, получены с использованием всего лишь "одного пикселя" и механического сканирования широкого поля зрения с помощью системы зеркал на советском посадочном аппарате AMC "Луна-9" (Земля и Вселенная, 2006, № 2, с. 89–91). Одновременно с "Улиссом" работали и будут продолжать работать другие космические аппараты для исследования Солнца и гелиосферы, ведется об-

работка получаемой информации.

"Улисс" продолжает передавать сигналы по малоинформативному каналу связи, быстрый радиоканал вышел из строя в начале 2008 г. Миссия официально завершена 1 июля 2008 г. из-за недостаточной выработки энергии, необходимой для поддержания ориентации аппарата на Землю. 12 июня 2008 г. в штаб-квартире ESA в Париже состоялась пресс-конференция, на которой научные руководители миссии Эдвард Смит (Лаборатория реактивного движения, NASA) и Ричард Марсден (ESA) подвели ее итоги. Автор благодарен им за полезные научные дискуссии и предоставление некоторых иллюстративных материалов, а Э. Смицу – за обсуждение ряда вопросов, возникших при написании этой статьи.

Информация

Лауреаты премии по космологии

Фонд Питера и Патрисии Грубер – американская некоммерческая организация, которая ежегодно присуждает премии по космологии, генетике, наукам, связанным с изучением нервной системы, юриспруденции. Лауреатами премии по космологии

мологии фонда Грубера в 2009 г. стали **Роберт Кенникутт**, возглавляющий Институт астрономии в Кембридже, **Джереми Моулд** – профессор в Школе физики Университета Мельбурна и **Венди Фридман** – директор обсерватории Университета Карнеги Вашингтона в Пасадене. Им вручены золотые медали и 500 тыс. долларов за уточнение постоянной Хаббла. Используя данные,

полученные с помощью Космического телескопа им. Э. Хаббла, ученые пришли к выводу, что величина H близка к значению:

$$H = 72 \text{ км/(с} \cdot \text{Мпк)}.$$

Напомним, до настоящего времени считалось, что значение величины H заключено в пределах

$$50 \text{ км/(с} \cdot \text{Мпк)} < H < 100 \text{ км/(с} \cdot \text{Мпк)}.$$

Пресс-релиз Фонда Грубера, 4 июня 2009 г.

Международная премия Виктора Амбарцумяна

В 2008 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Виктора Амазасповича Амбарцумяна (1908–1996), академика АН СССР, одного из основателей теоретической астрофизики, работавшего в области физики звезд и туманностей, звездной астрономии и динамики звездных систем, космогонии звезд и галактик. Важен вклад В.А. Амбарцумяна в исследования активных (нестационарных и взрывных) процессов во Вселенной,

одним из центров этих исследований была созданная им Бюраканская астрофизическая обсерватория.

За свои труды он был дважды удостоен звания Герой Социалистического Труда, награжден Государственными премиями, отмечен почетными званиями и наградами академий и научных обществ многих стран. Его избирали вице-президентом и президентом Международного астрономического союза, президентом Международного совета научных союзов.

В.А. Амбарцумян – национальный герой Армении. С целью увековечивания его памяти, а также стимулирования развития научного наследия Указом Президента Армении С. Саргсяна от

16 апреля 2009 г. учреждена международная научная премия имени Виктора Амбарцумяна. Ею будут награждать за выдающиеся научные результаты в астрофизике, физике и математике независимо от гражданской принадлежности ученого.

Премия 500 тыс. долларов США намечено присуждать раз в два года начиная с 2010 г. Для экспертизы представляемых соискателями работ правительству Армении поручено создать Комиссию из девяти человек, треть состава которой будет меняться ежегодно. В нее могут входить и иностранные ученые.

По материалам пресс-релиза Ньюс-Армения, 17 апреля 2009 г.

НОВЫЕ КНИГИ

“Гагарин известный и неизвестный”

Так называется Альбом, вышедший в 2009 г. (автор-составитель В.П. Таран; М.: Фонд “Русские витязи”, изд. РТСофт). Он представляет собой подборку ранее опубликованных и впервые увидевших свет фотографий, документов и других материалов, посвященных 75-летию со



дня рождения Ю.А. Гагарина (1934–1968). В Альбоме использованы

фотографии из архивов В.П. Тарана, Б.В. Рябчикова и других. Открывает его небольшой очерк Я.К. Голованова “Наш Гагарин” о жизни первого космонавта планеты. Это подарочное издание содержит пять разделов: фотографии, автографы и документы, настольные медали, открытки, конверты. Основные из них – “Фотографии” и “Автографы и документы” – охватывают все периоды жизни Ю.А. Гагарина.

Альбом рассчитан на широкий круг читателей.

Юбилей первой пилотируемой экспедиции на Луну

В.В. ШЕВЧЕНКО,
доктор физико-математических наук
ГАИШ МГУ

40 лет назад состоялась первая пилотируемая экспедиция на Луну (“Аполлон-11”, США, экипаж – Н. Армстронг, Э. Олдрин и М. Коллинз). То было время, когда высшие руководители крупнейших стран мира считали выполнение космических проектов важными государственными задачами. Подготовка первой экспедиции на Луну началась с послания президента Дж. Кеннеди конгрессу США. Спустя лишь полтора месяца после полета Ю.А. Гагарина президент США сформулировал казавшуюся невероятной



задачу: “Я верю, что наша нация может взять на себя обязательство достичь поставленной цели – высадить человека на поверхность Луны и благополучно вер-

нуть его на Землю – в этом десятилетии”. Мне неизвестно, сколько человек работало над речью Дж. Кеннеди и как они определяли политическую сторону самого грандиозного космического проекта XX в. Однако я знаю, что к моменту обращения президента к конгрессу многие сотни и тысячи специалистов уже были готовы решать огромное число научно-технических задач. NASA и научные учреждения США разработали широкую программу исследований, дающих ответы на многие загадки природы Луны.

“ТРАССА КОНДРАТЮКА”

Осуществление первого пилотируемого полета на Луну истории

космонавтики, и прежде всего сами американцы, часто связывают с именем одного из пионеров создания теоретической

основы межпланетных перелетов – Ю.В. Кондратюка. Еще в 20-х гг. прошлого века он предложил и обосновал схему



позападного полета с высадкой на поверхность Луны и последующим возвращением на Землю. Эту схему часто называ-

ют "трассой Кондратюка". В ней использованы такие элементы, как старт космического корабля с околоземной ор-

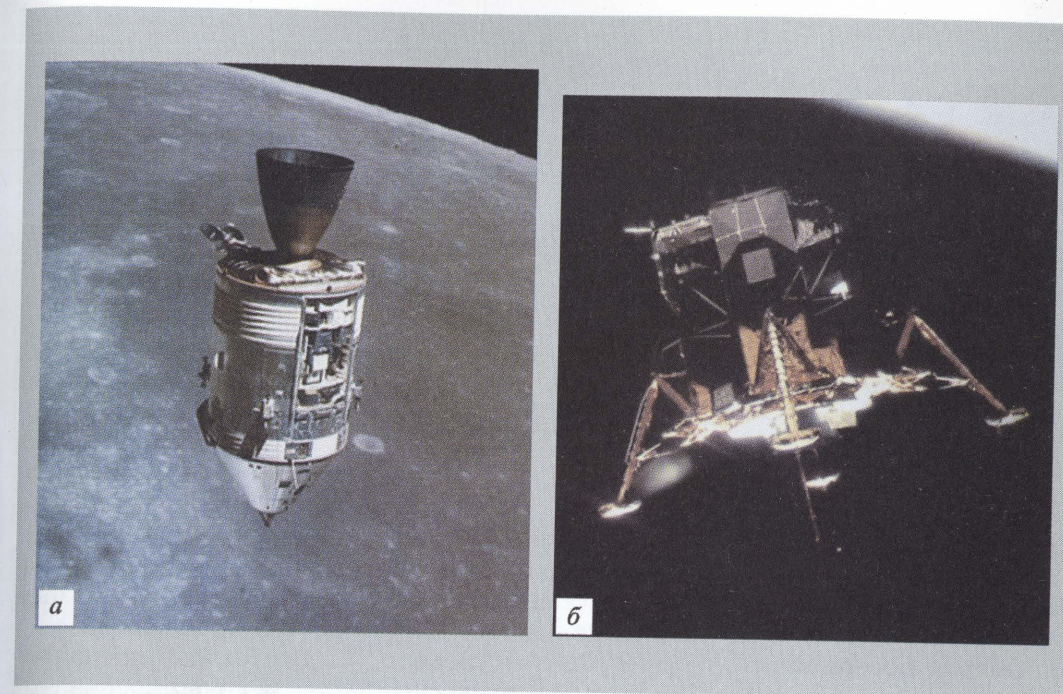
Общий вид космического корабля "Аполлон-11" с лунным модулем, установленным на третьей ступени ракеты-носителя "Сатурн-5". Рисунок NASA.



биты, выход комплекса, состоящего из орбитального и лунного модулей, на окололунную орбиту, высадка и возвращение экспедиции в лунном модуле.

После первых испытательных полетов по проекту "Аполлон" был выведен на околоземную орбиту космический ком-

Экипаж КК "Аполлон-11": Н. Армстронг, М. Коллинз и Э. Олдрин. Фото NASA.



Космический корабль "Аполлон-11" на окололунной орбите: а) командный модуль, б) лунный модуль после отделения от командного модуля. Фото NASA.

модуля М. Коллинза, который оставался на лунной орбите и обеспечивал космические маневры с лунной кабиной. Через четыре дня полета космический ком-

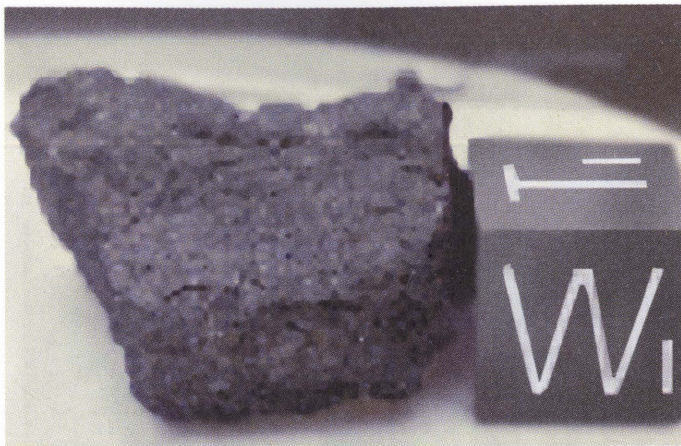
плекс вышел на окололунную орбиту. После перекомпоновки модулей два астронавта получили возможность перейти в лунную кабину и совершить спуск с лунной ор-

плекс, предназначенный для осуществления лунной экспедиции по полной программе.

Экипаж КК "Аполлон-11" состоял из двух астронавтов, которым предстояло высадиться на Луну, — командира лунного модуля Н. Армстронга и члена экспедиции Э. Олдрина, а также командира командного



Первый след человека на Луне. "Аполлон-11". 21 июля 1969 г. Фото NASA.



Обломок базальта из Моря Спокойствия. "Аполлон-11". 1969 г. Фото NASA.

биты в заданный район поверхности Луны. Завершив программу исследований, Н. Армстронг и Э. Олдрин возвратились в командный модуль, который и доставил лунную экспедицию на Землю.

Первое посещение Луны длилось менее суток, из которых два с половиной часа члены экспедиции находились вне кабины, выполняя сбор образцов и другие запланированные исследования.

КАМНИ ВЕЧНОСТИ

Еще до того как автоматические, а затем и пилотируемые космические аппараты стали шаг за шагом исследовать естественный спутник Земли, было очевидно, что главное достоинство Луны как научного объекта — ее роль уникального музея Солнечной системы. Именно поверхность Луны, лишенная атмосферы и гидросфе-

ры, могла хранить в течение огромных отрезков времени следы событий, происходивших в окрестностях Солнца. Венера, Земля и Марс прошли этапы эволюции, в результате которых исчезли следы процессов формирования облика этих планет. На Земле такие агрессивные среды, как воздушные массы и текучие воды, постоянно видоизменяли ландшафты планеты. Пылевые бури Марса и плотная атмосфера Венеры позволяли предполагать, что ландшафты этих тел тоже не сохранили своей первозданности. Только пейзажи Луны, наблюдавшиеся многие годы неизменными, оставляли надежду отыскать на ней истинные древности нашей планетной системы. И вот лунные камни оказались в земных лабораториях.

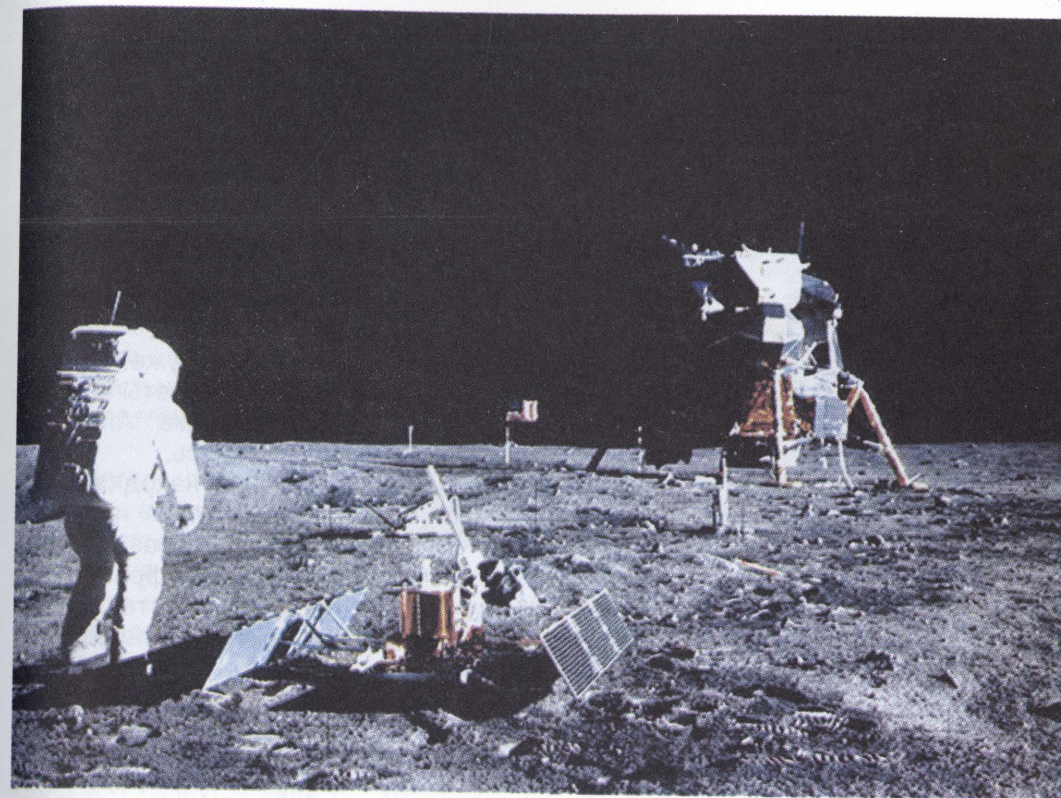
Для первой посадки на лунную поверхность был выбран равнинный уча-

сток в южной части Моря Спокойствия. Выйдя из лунной кабины, Н. Армстронг начал с того, что собрал около 1 кг лунных образцов на случай аварийного покидания Луны. Спустившийся затем из кабины Э. Олдрин продолжил плановую работу на поверхности, и в грузовой отсек лунной кабины было загружено еще 28 кг лунной породы.

До тех пор специалисты в качестве внеземного вещества непосредственно исследовали только осколки метеоритов. Однако на этот раз внеземные камни имели точный адрес своего происхождения и могли поведать историю формирования Луны.

Море Спокойствия, где были собраны первые образцы, представляет собой разливы темной лавы, вышедшей на поверхность, по-видимому, из верхней мантии Луны. Самым важным научным результатом в этом случае было впервые проведенное определение абсолютного возраста лунных пород, то есть времени кристаллизации поверхностного вещества.

По химическому составу первые образцы, собранные на Луне, ока-

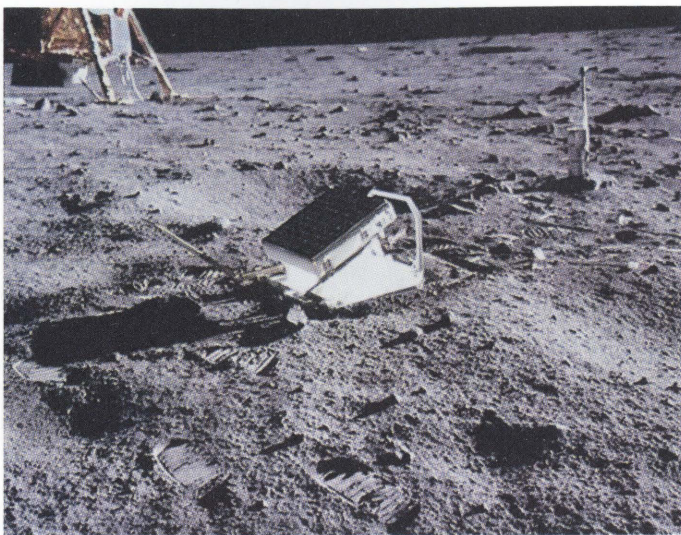


Э. Олдрин устанавливает на поверхности Луны комплекс научных приборов. "Аполлон-11". 1969 г. Фото NASA.

зались близки к земным вулканическим лавам базальтового типа. Возраст образцов колебался от 3.6 до 3.9 млрд лет. Появилась первая реальная метка времени в истории формирования планет Солнечной системы. Конечно, возраст этих образцов показывал



Сейсмометр, установленный на Луне экипажем КК "Аполлон-12". Фото NASA.



Угловый отражатель для лазерной локации, установленный astronautами КК "Аполлон-11" 21 июля 1969 г. Фото NASA.

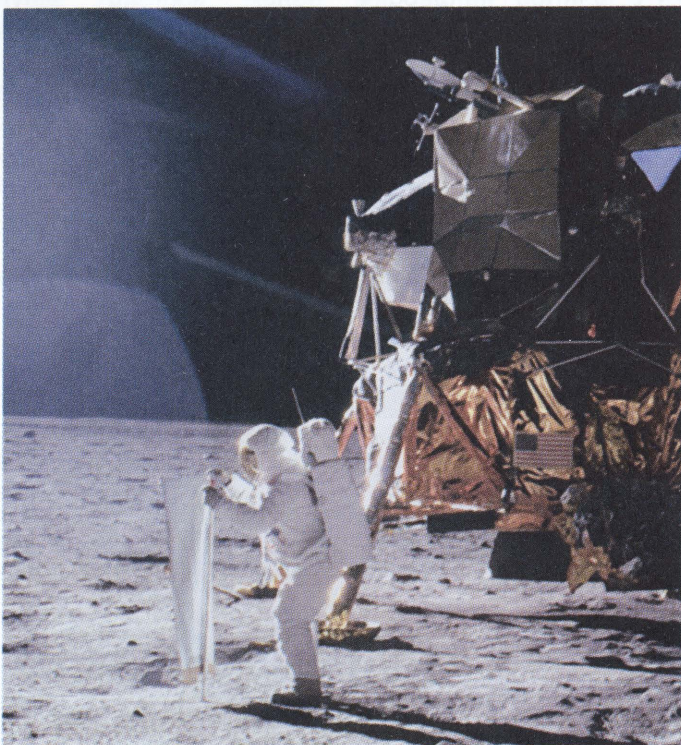
только эпоху возникновения лунных морей, вроде Моря Спокойствия. При последующих экспедициях на Луну выяснилось, что Море Спокойствия

относится к среднему возрасту формирования морских образований. Наиболее поздние выходы базальтовых лав на поверхность появились

примерно 2.5 млрд лет назад.

Но самый ошеломляющий результат ученые получили уже после того, как полеты на Луну по программе "Аполлон" завершились.

Редкая находка была сделана при изучении лунных образцов из коллекции фрагментов породы, доставленных на Землю экспедициями "Аполлон". Оказалось, что возраст кристаллов найденного минерала циркона — 4.42 млрд лет. Ранее в лунных образцах ученые находили циркон, возраст которого был 4.35 млрд лет, что ставило его в один ряд с самыми древними из исследованных образцов пород. Минерал циркон имеет магматическое происхождение, то есть его кристаллизация проходила во время выхода на поверхность расплавленных лав из недр Луны. Ученые полагают, что обнаруженные кристаллы этого минерала появились в результате остывания Луны в течение первых 100 млн лет



Э. Олдрин укрепляет алюминиевую фольгу на поверхности Луны. Фото NASA.

ее существования как самостоятельного небесного тела. По мнению специалистов, значительный возраст лунного циркона объясняется тем, что твердая кора появилась у Луны раньше, чем у Земли! Это произошло из-за небольших размеров земного спутника, позволивших ему остывать гораздо быстрее, чем нашей планете.

Забегая вперед, обратим внимание, что эти данные хорошо согласуются с гипотезой о том, что земной спутник появился в результате столкновения Земли с телом размером примерно с Марс около 4.57 млрд лет назад. Это столкновение привело к значительному выбросу горячей материи в околоземное пространство, из которой потом путем аккреции образовался земной спутник (Земля и Вселенная, 2006, № 2).

ПОЧЕМУ ЗВЕНИТ ЛУНА?

После того как на поверхность Луны вышел из кабины (точнее, спустился по трапу) второй член экипажа — Э. Олдрин, astronautы начали установку автоматической аппаратуры. Пожалуй, наиболее интересные данные были получены с помощью сейсмометра, который проработал на Луне еще около 20 дней со времени старта с Луны "Аполлона-11". Э. Олдрин

установил пассивный сейсмометр на расстоянии 25 м от посадочного модуля.

Самым существенным результатом регистрации сейсмической активности Луны оказался чрезвычайно низкий сейсмический фон нашего спутника — примерно в тысячу раз ниже земного. Этот результат в первую очередь порадовал будущих астрономов-наблюдателей, потому что при таких условиях возможны высокоточные измерения положения небесных объектов.

Первые сейсмограммы, полученные с поверхности Луны, еще с трудом поддавались интерпретации. Наиболее удивительной особенностью сначала казалась длительность регистрируемого сигнала. Луна необычно долго "звонела" до того, как сигнал окончательно затухал. На Земле записи взрывов и землетрясений на расстоянии сотен километров от эпицентра длятся не более 1 мин на скальных грунтах и не более 10 мин на осадочной толще. В отличие от земных лунные сейсмограммы не имеют четкого вступления: сигнал достигает максимальной амплитуды, постепенно раскачивая маятник в течение 5–10 мин, затем колебания очень медленно затухают. Это явление исследовалось довольно долго уже по-

сле завершения первой экспедиции на Луну.

Сейсмические исследования продолжил в процессе второй экспедиции на Луну по программе полета КК "Аполлон-12" в ноябре 1969 г. экипаж в составе Ч. Конрада, А. Бина и Р. Гордона. Посадка была осуществлена в Океане Бурь рядом с местом посадки КА "Сервейер-3". Во время первого выхода А. Бин и Ч. Конрад установили на поверхности Луны научные приборы и собрали дополнительный комплект образцов лунного грунта. Первый выход astronautов на поверхность Луны продолжался около 4 ч. Во время второго выхода Ч. Конрад дважды скатил в кратеры небольшие камни, что было зарегистрировано сейсмометром, установленным во время первого выхода.

Во время полета КК "Аполлон-13" случилась авария, поэтому посадка корабля на Луну не состоялась. После сложного путешествия вокруг Луны экипаж "Аполлона-13", к счастью, благополучно вернулся на Землю. Но при облете земного спутника от корабля была отделена и упала на лунную поверхность третья ступень ракеты-носителя "Сатурн-5" массой 15 т, скорость ее падения на лунную поверхность — 2.5 км/с. Место падения находилось в 135 км от сейсмометров, установ-

ленных экипажами КК "Аполлон-11 и -12". Удар был эквивалентен 10-т взрыву тротила. В этом сейсмическом "эксперименте" колебания приборов, передаваемые на Землю, не затухали в течение 4 ч!

Вокруг этого необычного явления долгое время велись дискуссии. Чтобы объяснить такую аномальную продолжительность затухания сейсмических колебаний, выдвинули несколько гипотез, из которых наиболее признанной оказалась диффузная. Для ее обоснования были проведены экспериментальные исследования и выполнено компьютерное моделирование. Выяснилось, что рассеяние сейсмических волн происходит в приповерхностном слое и при этом многочисленные трещины, кратеры, борозды, фрагменты раздробленной породы порождают часто повторяющееся эхо. С учетом того, что твердые частицы вещества не "проложены" водой или воздухом, как на Земле, эффект усиливается во много раз.

Длительное "звучание" Луны полностью согласуется с другим явлением, обнаруженным уже при первых контактах с лунным покровным веществом. Поверхность Луны повсеместно покрыта слоем раздробленных пород — *реголитом*. Обычно это слой толщиной 2–12 м, но в отдельных слу-

чаях (например, вблизи ударных кратеров) он может быть больше. Реголит представляет собой уникальное образование, являясь продуктом "космического выветривания", когда микрометеоритная бомбардировка, резкие перепады температуры, облучение солнечным ветром в условиях глубокого вакуума и другие внешние влияния создают такой много раз переработанный слой измельченной породы. Реголит отличается от земных пород чрезвычайно низкой скоростью распространения сейсмических волн до 100 м/с. На большей глубине реголит перемешивается со слоем частиц (*брекчии*) толщиной 18–38 м, спекшихся при высоких температурах во время ударов падающих тел. Сейсмические наблюдения показали, что скорость распространения волн на этих глубинах достигает 300 м/с. Если сравнивать с земными аналогами, то брекчии более всего похожи на обломочные породы вблизи вулканических кратеров, возникающие из раздробленной и запекшейся лавы.

Значительно позже завершения экспедиции КК "Аполлон-11" регулярные наблюдения сейсмических событий на Луне показали, что в более глубоких горизонтах наш спутник имеет слоистую структуру. Под

реголитом и брекчиями скорость сейсмических волн продолжает расти, правда не всегда равномерно. На глубине 200 м она достигает 500 м/с, на глубине 1.5 км — 1 км/с. Наконец, на глубине, где лунная кора, возможно, переходит в мантию, скорость сейсмических волн обычно 4–5 км/с.

Чтобы найти точный ответ о существовании у Луны отделившейся в процессе химической дифференциации коры, необходимо проведение сейсмического эксперимента значительной мощности. Такой "эксперимент" был осуществлен четыре года спустя после возвращения экипажа КК "Аполлон-11" на Землю. Следует оговориться, что источником сейсмических волн оказался случайно упавший на Луну метеорит размером около 2 м. Он упал 13 мая 1972 г. со скоростью 20 км/с в 142 км от сейсмометра в месте посадки "Аполлона-14" (5–7 февраля 1971 г.). Согласно расчетам, в результате падения должен был образоваться кратер диаметром 100 м. Приборы вблизи мест посадок КК "Аполлон-12 и -14" зашкалили. Только на сейсмометрах, установленных в местах посадок КК "Аполлон-15" (30 июля — 4 августа 1971 г.) и "Аполлон-16" (21–24 апреля 1972 г.), удаленных от места падения метеорита на 967 км

и 1026 км соответственно, были получены сейсмограммы. После обработки данных сделан вывод, что на глубине нескольких десятков километров происходит резкое увеличение скорости сейсмических волн, указывающей на границу коры и мантии.

Для построения структурной модели недр Луны обобщили измерения ударов, вызванных падением на лунную поверхность последних ступеней ракет-носителей "Сатурн-5" и лунных модулей КК "Аполлон". Затем разработали модель изменения скоростей сейсмических волн, распространившихся на глубину до 150 км. Оказалось, что на глубинах между 50 и 55 км отмечается резкое увеличение скорости волн до 7.0–8.1 км/с. Следует заметить, что скорость продольных волн порядка 6–7 км/с соответствует породам типа *анортозитовых габбро* и *алюмо-базальтов*. Именно эти породы слагают лунные материки, то есть верхний слой лунной коры. Скорость 8.1 км/с соответствует породам оливино-пироксенового состава. Слой, лежащий выше 55 км и сложенный анортозитовыми породами по аналогии с Землей был впоследствии назван **лунной корой**, а область ниже указанной границы — началом **лунной мантии**.

Итак, 21 июля 1969 г. начались исследования недр естественного спутника Земли — с момента, когда Э. Олдрин установил на лунном грунте контейнер весом 11.5 кг, внутри которого размещались первый лунный сейсмометр и обслуживающая его аппаратура.

КАКОВО ЖЕ РАССТОЯНИЕ ДО ЛУНЫ?

Вторым прибором, оставленным участниками первой лунной экспедиции на расстоянии 20 м от лунной кабины, стал уголкового лазерный отражатель, предназначенный для точных измерений расстояния Земля — Луна.

Чтобы космическая навигация при полетах на Луну давала очень точные результаты, надо было решить трудную задачу. Описание орбитального движения Луны на основе гравитационной теории Ньютона является одной из самых сложных небесно-механических проблем. Теория движения Луны по орбите должна учитывать влияние Земли, Солнца и больших планет Солнечной системы. Кроме того, следует принимать во внимание несферичность фигур Земли и Луны. Но поскольку в процессе своего движения в пространстве Луна испытывает влияние главным образом двух небесных тел, Земли и Солнца, существенно превышающих ее по массе, основой

изучения движения Луны по орбите является решение задачи трех тел. Очевидно, в этой задаче рассматриваются Луна, Земля и Солнце, притягивающие друг друга как точечные массы. Чтобы получить расчетные небесные координаты Луны с точностью до 0.1", необходимо просуммировать 655 членов в разложении для вычисления широты и около 300 членов для расчета долготы земного спутника (!).

После проведения первых экспериментов с применением приборов, установленных на лунной поверхности экипажем КК "Аполлон-11", точные параметры эллипса лунной орбиты стали определяться на основе данных лазерной локации. Вычисления среднего расстояния Земля — Луна выполнялись при следующих значениях постоянных: скорость света — 299 792.8 км/с, геоцентрическое расстояние точки наблюдения — 6 380 186 м (высота обсерватории, телескоп которой использовался в эксперименте), средний радиус Луны — 1738 км.

Итак, специальный отражатель, установленный на Луне астронавтами, возвращал на Землю импульсы света, посланные земными лазерами. Зная время прохождения импульса туда и обратно, находим единичное расстояние до Луны с точностью до 15 см. С учетом

всех неопределенностей, перечисленных выше, в результате удавалось вычислить эфемеридное положение Луны с точностью до 50 м.

Впоследствии лазерные уголкового отражатели позволили постоянно проводить измерения расстояний между Землей и Луной с высокой точностью. При этом использовались телескопы Ликской и Макдональдской обсерваторий. Удалось не только уточнить параметры физической либрации Луны по широте и долготе, но и оценить такой тонкий эффект, как скорость удаления Луны от Земли за счет приливных потерь.

В настоящее время принимается, что в апогее расстояние до Луны составляет 405 500 км, а в перигее оно уменьшается до 363 300 км.

ПАРУС ДЛЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

Поскольку Луна лишена магнитного поля дипольной природы и практически лишена атмосферы, характер облучения лунной поверхности значительно отличается от соответствующих явлений, наблюдаемых у поверхности Земли. Разнообразны виды радиации, достигающие лунной поверхности, и взаимодействия каждого из них с покровным веществом.

Излучения, которыми насыщена лунная среда, становятся важнейшим фактором, когда окололунное пространство превращается в среду обитания пришельцев с Земли. С момента первого эксперимента по исследованию излучений непосредственно на лунной поверхности стало известно многое.

Ионы солнечного ветра из-за своей малой энергии способны проникать лишь в очень тонкий верхний слой лунного вещества — не более одного микрометра. По некоторым оценкам, насыщенность потока частиц солнечного ветра у Луны такова, что за время более 4 млрд лет общее число достигших ее атомов может быть эквивалентно поверхностному слою лунного вещества толщиной до 10 м. Плотность потока солнечного ветра у Луны обычно принимается равной $1-8 \times 10^8$. Несмотря на то что значительная часть атомов солнечного ветра, в конце концов, покидает лунную поверхность, считается, что именно солнечный ветер служит источником таких редких для химического состава лунных пород элементов, как H, C, N и некоторые другие.

После значительной солнечной вспышки электроны с энергией около 0.5–1.0 МэВ долетают до окрестностей Луны за 10 мин — 10 ч.

Солнечные протоны с энергией 20–80 МэВ, продвигаясь вдоль силовых линий межпланетного поля, появляются в окололунном пространстве спустя нескольких часов. Большая часть солнечных космических лучей не проникает в лунное вещество глубже, чем несколько сантиметров. В самом верхнем слое эти частицы могут вызывать реакции, которые оставляют следы каскадного вида. Слой около 100 г/см² обычно служит достаточной преградой для проникновения частиц вторичного потока. Эта особенность лунного вещества сразу навела будущих строителей лунных баз на мысль, что слой реголита может служить естественной защитой экипажей от космической радиации.

Многие образцы лунных пород, доставленные на Землю, хорошо сохранили следы частиц солнечных космических лучей, по которым можно судить об интенсивности солнечного ветра в прошлом за период примерно 10^7 лет, а также определять экспозиционный возраст самих лунных пород.

Тяжелые ядра в галактических космических лучах обычно не проникают глубже 10 см в лунные породы. Несмотря на то что эти частицы вызывают реакции в лунном веществе и индуцируют явления каскадного вида,

сходя в несколько грамм на квадратный сантиметр достаточно для полного затухания этого процесса. Напротив, легкие ядра в составе галактических космических лучей, к которым обычно относятся протоны и альфа-частицы, могут глубоко проникать в лунный грунт и инициировать каскады вторичных частиц, распространяющиеся на несколько метров вокруг.

Число вторичных частиц, как правило, в несколько раз превышает первичный поток. Например, поток первичных частиц галактических космических лучей с плотностью две частицы на квадратный сантиметр в секунду может индуцировать поток с плотностью около 13 нейтронов/см²·с. Один из процессов, сопровождающих бомбардировку лунного покровного вещества частицами галактических космических лучей, — “выбивание” гамма-частиц и нейтронов. Они создают поток излучения от Луны, энергетический спектр которого указывает на химический состав исходного вещества. Это явление было положено в основу дистанционного метода определения содержания в лунных породах таких элементов, как, например Th, Ti, Fe, Mg, K, с помощью орбитальных космических аппаратов.

Первый прибор, установленный астронавтами КК “Аполлон-11” на Луне, был довольно прост, хотя для его изготовления пришлось применить некоторые приемы высоких технологий. Напомним, что Э. Олдрин укрепил на лунной поверхности тонкий лист алюминиевой фольги толщиной 15 мкм. Эта ловушка для частиц солнечного ветра имела площадь примерно 4 тыс. см². С одной стороны ее покрывал слой Al₂O₃ толщиной около одного микрометра, чтобы сохранить температуру рабочей поверхности не более 100 °С, с обратной — тефлоновая пленка для придания ей большей жесткости. (Это был один из первых случаев применения специально разработанного соединения, которое потом стало широко использоваться в технике и быту.) Освещенная Солнцем фольга оставалась на поверхности в течение 77 мин. Затем ее аккуратно свернули, поместили в контейнер и возвратили на Землю для исследования в лаборатории с помощью масс-спектрометра. Частицы солнечного ветра внедрялись в фольгу, застревали там и смогли на Земле рассказать о составе солнечного ветра в свободном космическом пространстве. Ограниченное пребывание “солнечной ловушки” в открытом космическом

пространстве дало возможность потом оценить плотность потока солнечных частиц. В процессе этого первого эксперимента в составе солнечного ветра были обнаружены тяжелые ионы и их изотопы.

ЛУННАЯ РАДУГА

В техническом арсенале участников экспедиции КК “Аполлон-11” находился еще один замечательный прибор — стереокамера, с помощью которой фотографировали лунный грунт в его естественном залегании с большим разрешением (до долей миллиметра). Камера помещалась прямо на лунную поверхность, внутренний источник света позволял четко видеть участок грунта 7 × 8 см со всеми подробностями и получать его объемное изображение. Самой замечательной особенностью при первом просмотре этих стереоизображений было (по крайней мере, по мнению автора) бесчисленное множество блесков, что создавало впечатление сильно искрящегося вещества.

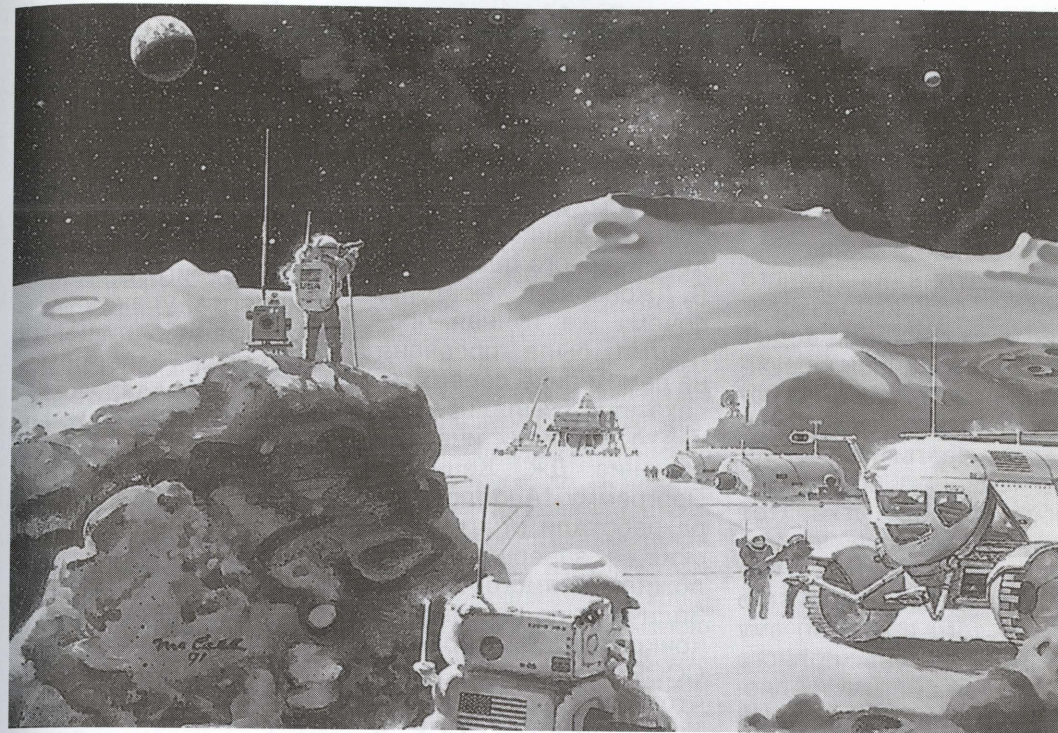
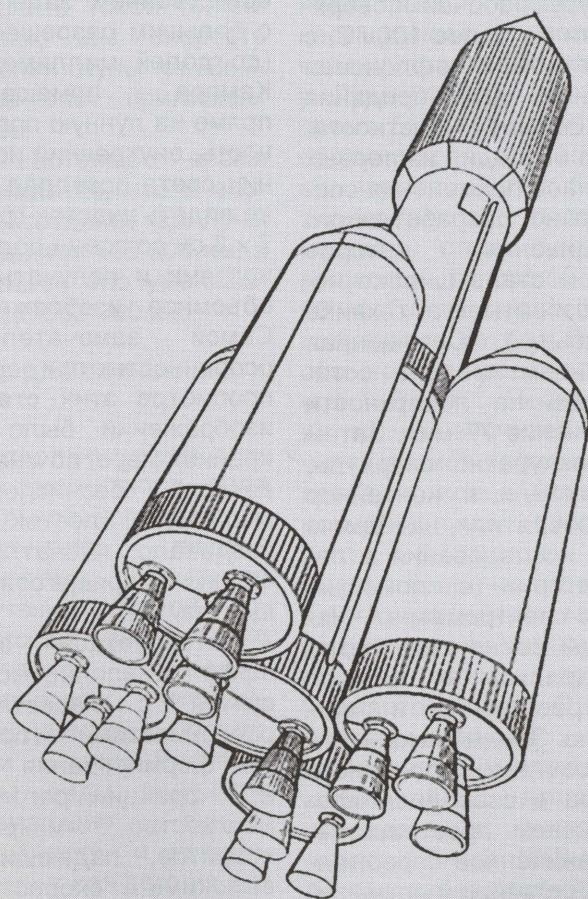
Интерпретация этого эффекта вполне согласуется с известными особенностями природы формирования тонкой фракции реголита. Множество микрометеоритов, падающих с высокими скоростями, расплавляют лунные си-



Лунный грунт, сфотографированный стереокамерой во время экспедиции "Аполлон-11" с большим увеличением. Фото NASA.

ликаты в месте контакта с поверхностью, в результате чего образуются стеклянные шарики (капельки) или пластинки, которые и создают такой необычный эффект. Размеры обнаруженных на снимках блестящих деталей – 0,5 мм–1 см. Этот эффект позднее помог найти объяснение более масштабному явлению. Первые впечатления астронавтов при визуальном сравнении характера отражения света реголитом вблизи точки наблюдения и дальше к горизонту, а также при различных азимутах поразили изменением цветовых оттенков при общем угольно-черном фоне лунного грунта. Теперь стало понятно, что стеклянные частицы, имеющие микроскопические размеры, при разных условиях освещения придают поверхности искрящийся характер и меняют цветовые оттенки наблюдаемых участков наподобие того, как происходит преломление света в каплях земной радуги.

Проект сверхтяжелой ракеты-носителя, предназначенной для создания обитаемой лунной базы. Рисунок NASA.



Лунная база. Несбывшиеся планы. Рисунок Р. МакКолла. NASA.

ПОЧЕМУ НЕ ПОЛЕТЕЛ "АПОЛЛОН-18"?

Согласно предварительным планам, в феврале 1972 г. в Долину Шрётера должна была опуститься лунная кабина КК "Аполлон-18". Однако авария на КК "Аполлон-13" изменила эти намерения NASA. График всех полетов, по которому КК "Аполлон-18" предполагалось запустить в июле 1973 г., был сдвинут. Место посадки активно обсуждалось в группе геологов. Высказывались мнения, что

крупный ударный кратер вроде кратера Коперник был бы самой удачной целью этого полета. В качестве другого варианта называли кратер Гассенди. Г. Шмидт (астронавт-геолог, первый ученый, побывавший на Луне), который должен был в составе экипажа КК "Аполлон-18" опять участвовать в лунной экспедиции, настаивал на весьма амбициозной цели полета – знаменитом кратере Тихо, центре огромной по протяженности лучевой системы. Но все споры прекратились в сентябре 1970 г., когда стало известно, что финансирование программы "Аполлон" прекращается и основной задачей

NASA выдвигается создание орбитальной станции "Скайлэб" (Земля и Вселенная, 2004, № 3).

В среде ученых и специалистов по ракетно-космической технике этот поворот стратегии США вызвал в основном недоумение. Всем вовлеченным в лунный проект казалось, что естественным продолжением работ станет долговременная лунная база. Для обеспечения транспортировки грузов, необходимых для создания лунной базы, уже проектировался новый тяжелый носитель, способный выводить на околоземную орбиту до 250 т полезной нагрузки.

Проектировщики готовили огромные тома тех-

нической документации по различным блокам долговременной базы. Технологи разрабатывали приемы использования лунных природных ресурсов. Достаточно упомянуть технологию изготовления сверхпрочного бетона из лунного грунта без использования хотя бы капли воды!

При публичном обсуждении космической стратегии США приводились самые различные доводы. Один из политиков, обосновывая отказ от финансирования лунного проекта, говорил, что 20 млрд долларов (по курсу того времени) ему достаточно для полного благоустройства Аляски! Другой известный политик возразил, что в подобных вопросах деньги не имеют значения — нужно политическое решение. Дж. Кеннеди имел смелость принять такое решение, и Америка совершила огромный прыжок в будущее!

Ю. Сернан, командир КК "Аполлон-17" (7–19 декабря 1972 г.), на необычной пресс-конференции при возвращении на Землю последней лунной экспедиции сказал:

«Прекращение полетов по программе "Аполлон" — это ненормальное сдерживание человеческого стремления к знанию. Уже доказано, что человек может использовать те возможности, которые ему предоставляет тех-

ника. Он будет доказывать это и в дальнейшем. Полеты "Аполлон" — только начало, а там, где есть начало, должно быть и продолжение».

Когда я спрашивал проектировщиков из Космического центра им. Л. Джонсона в Хьюстоне, почему же лунная программа была прервана на самом пике своего успеха, они ссылались все на то же политическое решение Дж. Кеннеди. Программу "Аполлон" не разработали стратегически, ее завершение заложили с самого начала. Задача была поставлена конкретно — обогнать СССР, слетав на Луну, что и было сделано. На Луну слетали, СССР в этой части космической гонки обогнали и остановились, размышляя, что же делать дальше. Вот эта остановка и стала конечной в программе "Аполлон". Для продолжения проекта многие разработки нужно было начинать сначала. Это требовало приложения новых усилий и нового финансирования. Но уже не оказалось лидера, который смог бы опять принять смелое решение. Вот почему уже 40 лет нога человека не ступала на лунную поверхность.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРОГРАММЫ

А продолжение программы сказилось в дру-

гом. Помимо получения многочисленных результатов, имеющих фундаментальное значение в науке, многие десятки и сотни научно-технических разработок стали широко применяться в технике и быту. Еда быстрого приготовления, технологии упаковки и пастеризации пищевых продуктов, непромокаемая одежда, непотевающие лыжные очки, тефлон и многие другие окружающие нас предметы имеют своим истоком технологии, разработанные для применения в процессе осуществления программы "Аполлон". Экономисты подсчитали, что прибыли от внедрения этих разработок во много раз окупили собственно расходы на проведение лунных экспедиций.

А космический корабль "Аполлон-18" все же побывал в космосе, правда без упоминания его порядкового номера. Это случилось в июле 1975 г., когда состоялся международный полет по программе ЭПАС. На околоземной орбите состыковались два космических корабля — "Аполлон" и "Союз-19". Этот полет послужил предпосылкой создания Международной космической станции, действующей на околоземной орбите в наши дни.

Информация

Солнце в апреле — мае 2009 г.

В ноябре 2008 г. 23-й цикл солнечной активности еще продолжался. Весенние месяцы 2009 г. не внесли ясность в вопрос, когда же все-таки закончится 23-й цикл солнечной активности. Пятнообразовательная активность Солнца держалась на очень низком уровне, однако стало больше возникать структур с магнитной полярностью нового цикла: из четырех групп пятен, появившихся в апреле — мае 2009 г., лишь одна принадлежала 23-му циклу. Как известно, максимум текущего цикла солнечной активности наступил в апреле 2000 г. ($W_{\max}^* = 121.7$, $F_{10\text{см}}^* = 181$), вторичный максимум — в ноябре 2001 г. ($W^* = 115.6$, $F_{10\text{см}}^* = 193.6$). Текущие среднемесячные значения относительного числа солнечных пятен — $W_{\text{апр.}} = 1.2$ и $W_{\text{мая}} = 2.9$. Сглаженные за 13 месяцев значения относительного числа солнечных пятен за октябрь и ноябрь 2008 г. — $W^* = 1.9$ и $W^* = 1.8$ соответственно.

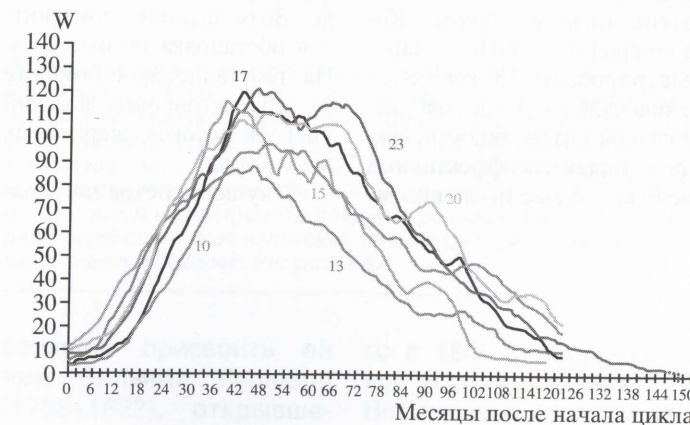
Пятнообразовательная активность Солнца в **апреле 2009 г.** была на низком уровне. Наблюдались лишь две небольшие группы пятен с полярностями старого, 23-го, и нового, 24-го, циклов. Максимальное относительное число пятен отмечено 29 и 30 апреля ($W = 8$), а затем 26 суток видимый

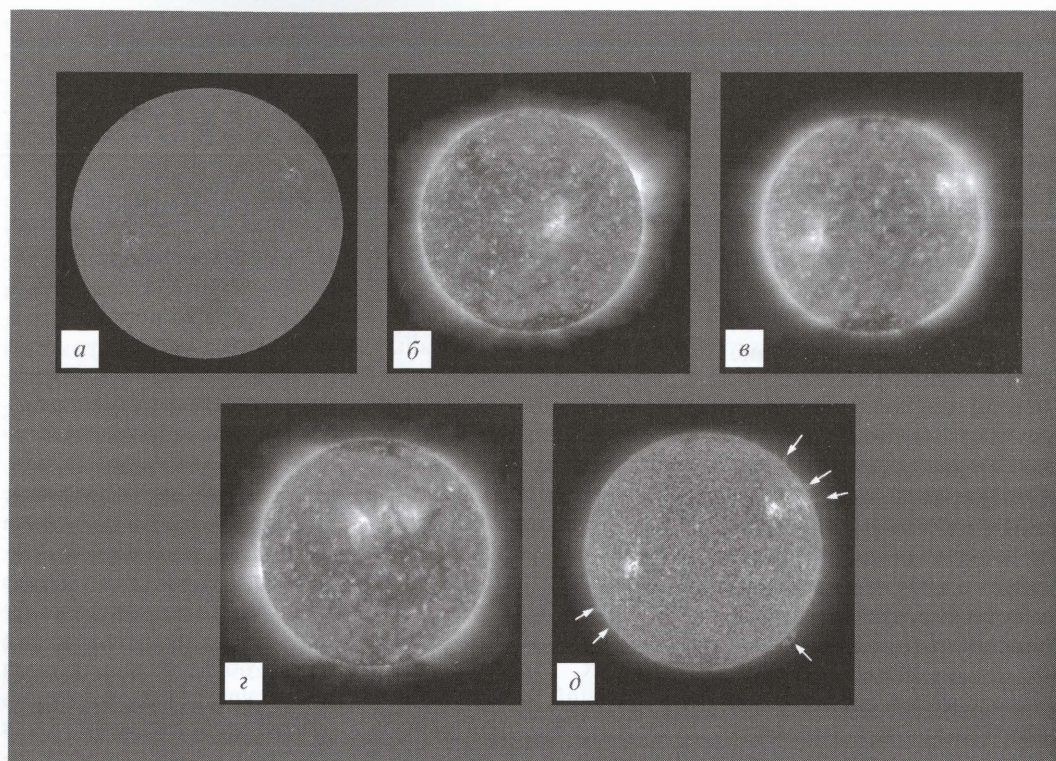
диск Солнца был без пятен. Вспышечная активность весь месяц тоже оставалась на очень низком уровне, и значимых солнечных вспышек не было. Коронографы космической обсерватории "SOHO" зарегистрировали 18 выбросов коронального вещества небольшой интенсивности, среди которых не оказалось геоэффективных. 8 апреля на северо-западе диска Солнца наблюдался выброс небольшого солнечного волокна, возмущение от которого до Земли не дошло. Продолжали существовать разнесенные почти на 180° две рекуррентные (повторяющиеся) корональные дыры. Не вызвало значимых геомагнитных возмущений в околоземном космическом пространстве прохождение Земли через высокоскоростные потоки солнечного ветра, истекающие из данных корональных дыр. 24 апреля наземными обсерваториями зафиксирован небольшой внезапный

импульс в магнитном поле Земли: пришла межпланетная ударная волна. Однако за весь апрель ни одного дня с возмущенной геомагнитной обстановкой не отмечено. Несмотря на это, на геостационарной орбите 5 суток регистрировался высокий уровень потоков энергичных электронов.

Во второй и третьей декаде **мая 2009 г.** пятнообразовательная активность Солнца немного повысилась. На 2 суток две небольшие группы пятен 24-го цикла солнечной активности появились на видимом диске Солнца. В Северном полушарии небольшая группа пятен образовалась 13 мая и просуществовала 7 суток. В Южном полушарии 23 мая появилась небольшая группа пятен, которая уже на следующий день распалась. Максимальное относительное число пятен в мае отмечено 14 мая ($W = 9$), а затем 23 суток

Ход развития (149 месяцев) текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины. W^* — сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.





Солнце 19 мая 2009 г.: а) в самой сильной спектральной линии водорода H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); б, в, г, д) в линиях крайнего ультрафиолета химических элементов FeXII ($\lambda = 195 \text{ \AA}$) и HeII ($\lambda = 304 \text{ \AA}$); на последнем рисунке стрелками указаны протуберанцы (солнечные волокна на лимбе) на данный день. Солнечные космические обсерватории "SOHO", "STEREO-A и -B"; http://stereo-ssc.nascom.nasa.gov/beacon/beacon_secchi.shtml, <http://www.solarmonitor.org/>.

на Солнце пятен не было. Вспышечная активность весь месяц оставалась на очень низком уровне. Коронографы "SOHO" зарегистрировали 18 выбросов коронального вещества небольшой интенсивности, среди которых геоэффективных не было. В мае по-видимому

диску Солнца прошли те же две рекуррентные корональные дыры, возникшие в апреле. Возмущенная геомагнитная обстановка не отмечена. На геостационарной орбите не зарегистрирован высокий уровень потоков энергичных электронов.

Текущее состояние сол-

нечной активности и ее прогноз на русском языке имеется в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>).

Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

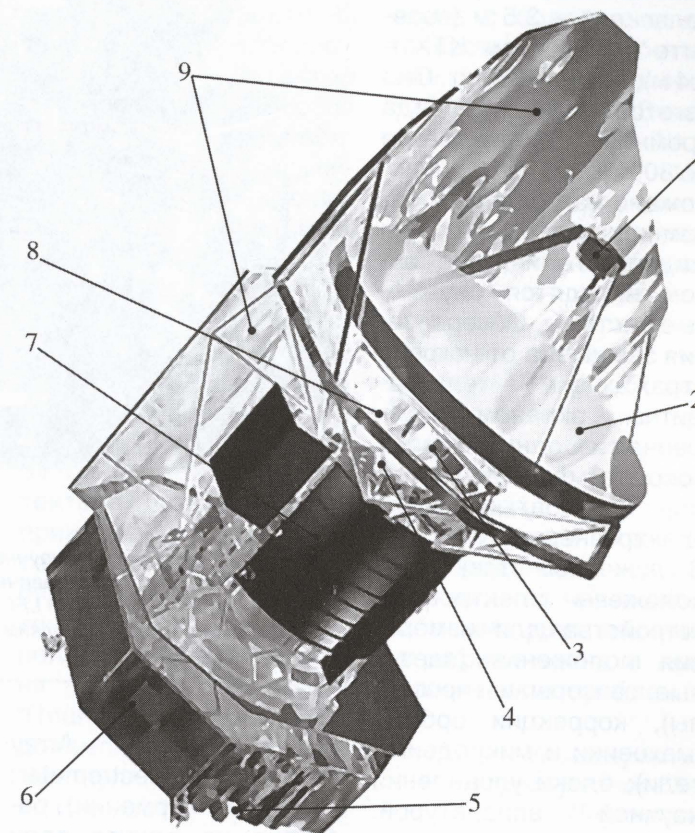
Информация

"Гершель" и "Планк" – новые космические обсерватории

14 мая 2009 г. европейская ракета-носитель "Ариан-5", стартовавшая с космодрома Куру, вывела в космос новые космические обсерватории, "Гершель" ("Herschel") и "Планк" ("Planck"), Европейского космического агентства (см. стр. 2 обложки). Обе обсерватории выведены в район точки Лагранжа L2 системы Солнце–Земля, находящейся примерно в 1.5 млн. км от нашей планеты.

Обсерватории создавались более 20 лет при участии 10 европейских стран, США и 40 научных центров. Управление движением обсерваторий осуществляют специалисты ESA из центра космических операций ESOC в немецком Дармштадте. Планируемое время работы обсерватории "Гершель" – четыре года, "Планка" – полтора года.

Сначала обсерваторию "Гершель" назвали "FIRST" (Far InfraRed and Submillimetre Telescope – телескоп, работающий в далекой ИК- и субмиллиметровой областях спектра; в переводе с англ. – первый), позднее приняли



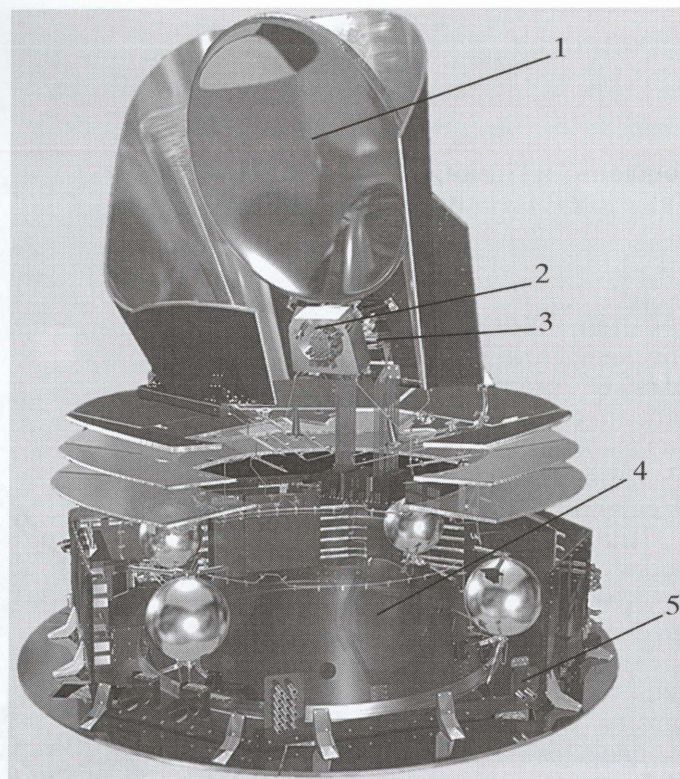
Размещение некоторых систем и основной научной аппаратуры на космической обсерватории "Гершель": 1 – вспомогательное зеркало ИК-телескопа, 2 – главное зеркало ИК-телескопа, 3 – камера и спектрометр SPIRE, 4 – гетеродинный спектрометр высокого разрешения HIFI, 5 – двигатели ориентации и стабилизации, 6 – отсек служебных систем, 7 – бак-криостат с жидким гелием, 8 – фотометр и спектрометр среднего разрешения PACS, 9 – отражающий солнечное излучение теплозащитный экран с панелями солнечных батарей. Рисунок ESA.

решение присвоить ей имя Вильяма Гершеля (1738–1822), открывше-

го в 1800 г. инфракрасное излучение (Земля и Вселенная, 2008, № 6).

На "Гершеле" (длина — 9 м, диаметр — 4.5 м, масса — 3.4 т) установлен крупнейший и самый мощный в мире **инфракрасный телескоп системы Ричи — Кретьена**, функционирующий в диапазоне 10 мкм. Диаметр главного зеркала этого телескопа — 3.5 м (сравните с зеркалом КТХ — 2.4 м), масса — 320 кг. Оно изготовлено из карбида кремния, охлаждается до 80 К (–193 °С) и расположено над большим баком-криостатом с 2400 л жидкого гелия, под баком находятся служебные системы. Обсерватория защищена от нагрева отражающим теплозащитным экраном, обращенная к Солнцу сторона покрыта фотоэлементами, вырабатывающими электроэнергию 1.45 кВт. В служебном отсеке расположены электронные устройства для измерения положения (звездные сенсоры и гироскопы), коррекции орбиты (маховики и микродвигатели); блоки управления научной аппаратурой, получения, накопления и передачи данных; источники энергоснабжения и средства связи. Обсерватория стабилизируется по трем осям и может направляться на исследуемые объекты с точностью ± 2 секунды дуги.

На баке-криостате установлено три научных прибора. **Фотометр и спектрометр среднего разрешения PACS**



Размещение телескопа и научных приборов на космической обсерватории "Планк": 1 — первичное зеркало телескопа, 2 — высокочувствительный детектор LFI, 3 — высокочастотный инструмент HFI, 4 — бак-криостат с жидким гелием, 5 — блок служебных систем. Рисунок ESA.

(Photodetector Array Camera and Spectrometer; создан в Германии) работает на длинах волн 60–210 мкм, то есть в оптимальном диапазоне для изучения молодых удаленных и содержащих много пыли галактик со звездообразованием. Второй подобный инструмент — **спектральный и фотометрический приемник SPIRE** (Spectral and Photometric Imaging Receiver; создан в Анг-

лии) — охватывает диапазон 194–672 мкм; будет исследовать очень далекие галактики и ранние стадии формирования звезд, начало эволюции активных ядер галактик и квазаров, крупномасштабную структуру Вселенной в ранние эпохи. Болометры приборов PACS и SPIRE охлаждаются до –273.3 °С. **Гетеродинный спектрометр высокого разрешения HIFI** (Heterodyne Instrument for the Far

Infrared; создан в Голландии) покрывает диапазон 157–625 мкм в дальней инфракрасной области спектра. С его помощью будут определять химический состав наблюдаемых объектов, скорость движения, температуру и другие характеристики вещества в них.

Основные научные задачи обсерватории "Гершель": выяснение деталей возникновения галактик в ранней Вселенной и их эволюции; исследование атмосфер и поверхностей тел Солнечной системы, коричневых карликов, протозвезд, пылевых дисков вокруг молодых звезд; изучение образования звезд и их взаимодействие с межзвездной средой; определение химического состава атмосфер экзопланет и их спутников. Уникальность обсерватории в том, что она может увидеть такие объекты, которые до этого еще никогда не наблюдались (ей будут доступны объекты с красными смещениями $z < 3$).

Космическая обсерватория "Планк" (высота —

4.2 м, диаметр — 4.2 м, масса — 1.9 т) названа в честь знаменитого физика Макса Планка (1858–1947). Эта обсерватория оснащена телескопом с 1.5-м первичным зеркалом, собирающим излучение на два высокочувствительных детектора — низкочастотный инструмент LFI и высокочастотный HFI. **Детектор LFI** представляет собой массив из 22 микроволновых радиоприемников, функционирующих при температуре 20 К (–253 °С). Радиометры работают в трех частотных каналах, в интервале 30–70 ГГц. Прибор **HFI** работает в шести частотных каналах, в интервале 100–857 ГГц, и содержит 54 болометрических детектора, преобразующих принятое излучение в тепло. HFI-детекторы будут также измерять температуру микроволнового фона. Как и на "Гершеле", приборы "Планка" охлаждаются до температуры абсолютного нуля — 0.1 К. Зеркало и криостат защищены солнцезащитным экра-

ном, панель солнечных батарей вырабатывает электроэнергию 1.8 кВт.

Обсерватория "Планк" станет изучать космический микроволновый фон (реликтовое излучение). Она измерит вариации температуры реликтового микроволнового излучения с более высокой точностью, чем работавшие ранее обсерватории "COBE" и "WMAP" (Земля и Вселенная, 1990, № 2, с. 90; 2004, № 3, с. 110). Ожидается, что свыше половины измеренного "COBE" фона будет разрешено на отдельные источники. Измерения "Планка" станут лучше "WMAP" в 15 раз. Это позволит точнее вычислить кривизну пространства-времени, оценить вклад темной энергии и обычного вещества в распределение массы и энергии, что чрезвычайно важно для решения астрофизических и космологических проблем.

По материалам
пресс-релизов ESA.

Подготовил
С.А. Герасютин

Информация

30-й полет "Атлантика"

11 мая 2009 г. в 18 ч 01 мин 56 с (здесь и далее время по Гринвичу)

из Космического центра им. Дж. Кеннеди (NASA) стартовал КК "Атлантика" (программа STS-125). Это 126-й полет кораблей "Спейс Шаттл". По разным причинам старт переносился несколько раз. Он стал последним в использовании корабля

"Атлантика", первый полет состоялся в октябре 1985 г. Стартовая масса "Атлантика" — 119.8 т, посадочная — 102.5 т, масса полезной нагрузки — 13.1 т, в том числе масса научной аппаратуры — 6.5 т. Основная цель полета — очередной

и последний ремонт Космического телескопа им. Э. Хаббла, который в течение 19 лет (!) работает на околоземной орбите. Это уже пятая экспедиция по обслуживанию КТХ, предыдущие экспедиции: декабрь 1993 г., февраль 1997 г., декабрь 1999 г. и март 2002 г. (Земля и Вселенная, 1994, №№ 4, 5; 1998, № 1; 2000, № 5; 2002, № 4; 2005, № 6).

Корабль пилотировал экипаж из семи астронавтов. Командир корабля – **Скотт Альтман**

(Scott D. Altman; 238-й астронавт США, 377-й астронавт мира), 1959 г. рождения, магистр по аэрокосмической технике, летчик-испытатель, капитан 1-го ранга ВМФ США в отставке; пилот – **Грегори Джонсон** (Gregory C. Johnson; 314-й астронавт США, 491-й астронавт мира), 1954 г. рождения, бакалавр наук по аэрокосмической технике, начальник отдела Космического центра им. Л. Джонсона (NASA); специалисты

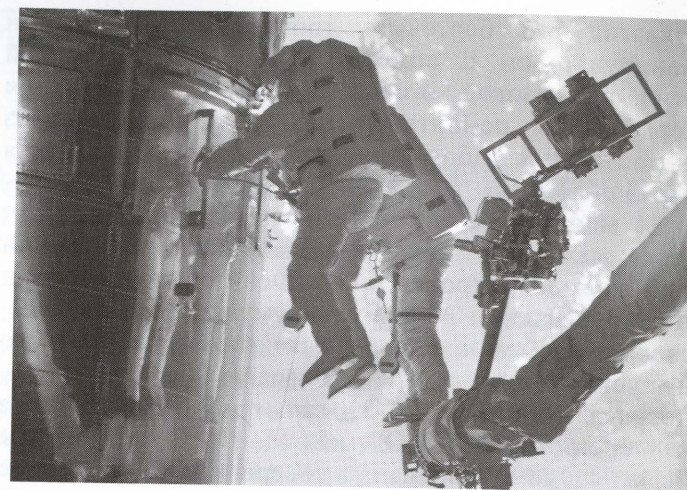
полета – **Майкл Гуд** (Michael T. Good; 315-й астронавт США, 492-й астронавт мира), 1962 г. рождения, магистр по аэрокосмическому машиностроению, летчик-испытатель, полковник ВВС США; **Кэтрин МакАртур** (Katherine M. McArthur; 316-й астронавт США, 493-й астронавт мира), 1971 г. рождения, бакалавр по аэрокосмическому машиностроению, доктор наук в области океанологии, работала в Институте океанографии



Экипаж КК "Атлантис" (STS-125): М. Массимино, М. Гуд, Г. Джонсон (пилот), С. Альтман (командир корабля), К. МакАртур, Дж. Грунсфилд и Э. Фейстел. Фото NASA.

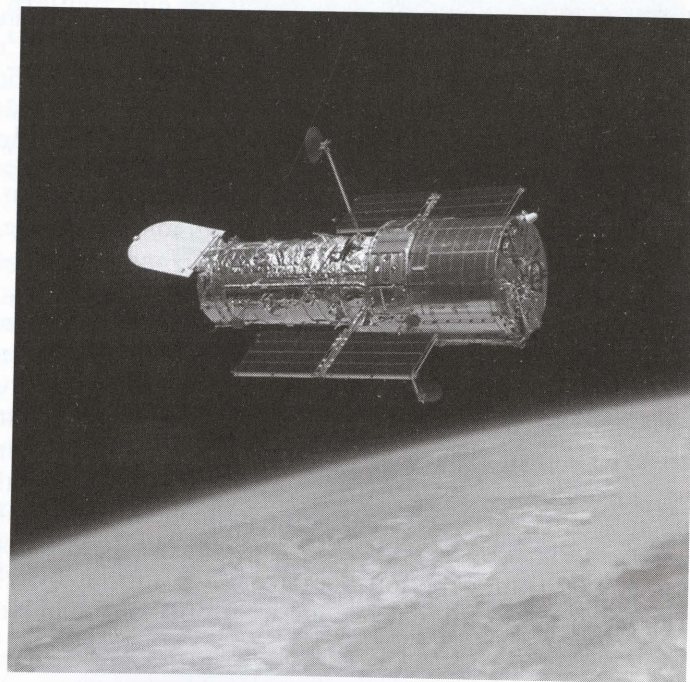
при Университете Калифорнии; **Джон Грунсфилд** (John M. Grunsfeld; 208-й астронавт США, 326-й астронавт мира), 1958 г. рождения, доктор наук в области физики, специалист в области рентгеновской и гамма-астрономии, работал в Космическом центре им. Л. Джонсона (NASA), в декабре 1999 г. и марте 2002 г. участвовал в обслуживании КТХ; **Майкл Массимино** (Michael J. Massimino; 262-й астронавт США, 414-й астронавт мира), 1962 г. рождения, магистр по машиностроению, технологии и искусству управления, инженер-механик, доцент Технологического института Джорджии; **Эндрю Фейстел** (Andrew J. Feustel; 317-й астронавт США, 494-й астронавт мира), 1965 г. рождения, магистр по геофизике и доктор наук в области сейсмологии, преподаватель Королевского университета (Канада). У Дж. Грунсфилда это уже пятый полет, С. Альтман совершил три космических полета, М. Массимино – один, остальные – новички в космосе.

Через трое суток после старта корабль, выполнив несколько маневров, вышел на околоземную орбиту высотой 563×567 км, наклонением 28.48° и периодом обращения 95.97 мин. Подлетев к КТХ, "Атлантис"



Астронавты Э. Фейстел и Дж. Грунсфилд заменяют аккумуляторные батареи в блоке электроники КТХ. 18 мая 2009 г. Фото NASA.

КТХ в автономном полете после извлечения из грузового отсека КК "Атлантис". 20 мая 2009 г. Фото NASA.



захватил его бортовым манипулятором и поместил в грузовой отсек корабля для ремонтных и монтажных работ (см. стр. 3 обложки).

14 мая во время первого выхода в открытый космос астронавты Дж. Грунсфилд и Э. Фейстел за 7 ч 20 мин успешно установили на КТХ новую камеру WFC-3 и спектрограф COS, была демонтирована старая широкоугольная камера ACS, работавшая на орбите с 1993 г. Этот уникальный прибор возвращен на Землю и будет выставлен в музее истории космонавтики в Вашингтоне. **15 мая** М. Массимино и М. Гуд в течение 7 ч 56 мин смонтировали на КТХ шесть новых гироскопов и три батареи энергоснабжения, демонтировали старые системы. **16 мая** Дж. Грунсфилд и Э. Фейстел, работая в открытом космосе 6 ч 36 мин, установили новый блок обработки научных данных и починили сгоревшую широкоугольную камеру телескопа ACS, что позволит получать фотоснимки более высокого разрешения и широкого спектрального диапазона. **17 мая** М. Массимино и М. Гуд, находясь в открытом космосе в течение 8 ч 02 мин, отремонтировали видовой спек-

трометр STIS, заменили ряд изношенных деталей на новые и починили некоторые вышедшие из строя. **18 мая** во время выхода в открытый космос длительностью 7 ч 02 мин Дж. Грунсфилд и Э. Фейстел заменили три аккумуляторные батареи, датчики системы точного наведения, смонтировали механизм захвата SCM. Всего астронавты совершили пять выходов в открытый космос общей длительностью 36 ч 56 мин. Астронавтам удалось успешно выполнить все задачи полета. В результате установлены новые приборы (широкоугольная камера WFC-3 с ПЗС-матрицей, спектрограф COS) и отремонтированы старые (широкоугольная камера ACS, видовой спектрометр STIS), смонтированы датчик тонкого гидирования, новая система наведения и стабилизации, блок обработки и передачи научных данных и другие дополнительные устройства для улучшения работы телескопа, заменены неисправные системы и вышедшие из строя гироскопы системы стабилизации и аккумуляторные батареи системы энергоснабжения. КТХ оснащен механизмом захвата SCM для стыковки с ним в будущем, чтобы выполнить

управляемое сведение с орбиты после завершения эксплуатации. По мнению специалистов, отремонтированный КТХ может функционировать до 2014–2019 гг. В 2013 г. ему на смену планируется запустить более крупную американскую космическую обсерваторию – обсерваторию им. Дж. Вебба (“James Webb Space Telescope”).

20 мая астронавт К. МакАртур, работая манипулятором, извлекла КТХ из грузового отсека и отвела в сторону от корабля. В 12 ч 57 мин телескоп отправился в автономный полет. В тот же день были включены двигатели “Атлантика”, и он удалился на безопасное расстояние от КТХ. Затем корабль совершил маневр и снизил высоту орбиты до 301×565 км, период обращения стал 93.24 мин. Из-за неблагоприятных погодных условий на мысе Канаверал посадка КК “Атлантика” осуществлена 24 мая 2009 г. в 15 ч 39 мин на авиабазе Эдвардс в Калифорнии. Продолжительность полета – 12 сут 21 ч 37 мин 09 с.

По материалам NASA
и ЦУП-М.
Подготовил
С.А. Герасютин

Алина Иосифовна Еремеева

(к 80-летию со дня рождения)

4 мая 2009 г. у известного историка астрономии старшего научного сотрудника ГАИШ МГУ кандидата физико-математических наук **Алины Иосифовны Еремеевой** был двойной юбилей: 80 лет со дня рождения и 55 лет научной деятельности.

А.И. Еремеева родилась в Москве, среднюю школу окончила с серебряной медалью, поступила на физико-математический факультет Московского государственного педагогического института им. В.П. Потёмкина, но, увлеченная яркими лекциями Б.А. Воронцова-Вельяминова, перешла в МГУ и, в 1954 г. окончив Астрономическое отделение мехмата МГУ, намеревалась работать на одной из обсерваторий. Неожиданно ее распределили в Институт истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР по поступившей оттуда “заявке на астронома”: такая специальность не была представлена в его Секторе истории физико-математических наук.

Попав в круг выдающихся историков науки и нагруженная в первые годы технической работой корректора, Алина Иосифовна приобрела неплохой опыт как редактор, занимаясь обработкой обильного потока статей для Трудов Сектора. “Начальную скорость” в виде совета взяться за собственную творческую работу получила от историка физики Б.Г. Кузнецова, одного из ярких сотрудников Сектора. В результате она написала серию биографий для био-библиографического указателя “Выдающиеся физики мира” (1958). При работе над статьями ей оказался очень

полезным мудрый совет Б.Г. Кузнецова стремиться использовать оригинальные источники: “Общайтесь с классиками!” Неоценимую роль сыграли также советы и консультации многоопытного историка физики У.И. Франкфурта. Он приобщил “новичка” историка к работе с богатейшими фондами Центрального справочного бюро Ленинской библиотеки, в которых ориентировался



Алина Иосифовна Еремеева

намного лучше его штатных сотрудников. Это первое знакомство с историей физических идей и судьбами их творцов – с древности до наших дней – определило дальнейшую судьбу А.И. Еремеевой, пробудив глубокий интерес к изучению истории науки.

Однако, “изменив” своему первому наставнику, она целиком переключилась на историю астрономии. В 1966 г. вышли серия ее биографических очерков для очередного справочника, “Выдающиеся астрономы мира”, и первая научная монография “Вселенная Гершеля. Космологические и космогонические идеи и открытия”. В переключении на научную работу огромную роль сыграли два незаурядных человека: философ, историк философии Т.Н. Горнштейн и историк физики и механики профессор Л.С. Полак, пополнившие Сектор после реабилитации в 1956 г. (и полтора десятка лет тюрем и ссылок!) и блестяще защитившие свои докторские диссертации. Монография о Вильяме Гершеле стала кандидатской диссертацией Алины Иосифовны.

К сожалению, историков науки не готовят в университетах. А жаль! В сущности, все они самоучки и свой опыт приобретают по образцу “цехового мастера”. Такими образцами для А.И. Еремеевой стали подлинники корифеи Сектора – выдающийся знаток науки античности, Средневековья и Возрождения В.П. Зубов, уникальный историк механики и классической астрономии, переводчик трудов Птолемея с древнегреческого и Коперника с латыни – И.Н. Веселовский. Как же не хватало начинающему историку астрономии знания языков, чему прекрасно обучали в старых гимназиях! Запали в душу и слова, услышанные как-то от другого сотрудника Сектора ИИЕиТ, математика А.П. Юшкевича: “У историка не должно быть ни отца, ни матери, ни родины” – только полная объективность и правдивость при исторических исследованиях. Новые горизонты для

реализации этого кредо историка открылись в 1956 г. после XX партийного съезда...

Но “хрущевская оттепель” вскоре, после “сбоя на 23-м километре” (по остроумному выражению одного из сотрудников Сектора, И.Б. Погребысского, то есть после XXIII съезда КПСС), сменилась политической “ядерной зимой”.

На посту ученого секретаря редколлегии юбилейного издания “Развитие астрономии в СССР. 1917 – 1967” (М.: изд. АН СССР, 1967) А.И. Еремеевой, при моральной поддержке Л.С. Полака и П.Г. Куликовского, пришлось выдержать бой с дирекцией Института. В итоге удалось отстоять несколько строк правдивого (впервые в широкой печати!) описания судеб астрономов, ставших жертвами сталинских репрессий 1930-х гг. В связи с этим в 1967 г. тематика по истории астрономии в ИИЕиТ была закрыта, а А.И. Еремеева оказалась в Астросовете АН СССР. В ИИЕиТ ухитрились даже “потерять” ее личное дело, опальное имя было вычеркнуто из летописей Института. Лишь старейший сотрудник ИИЕиТ историк физики О.А. Лежнева, уже будучи на пенсии, в своем интервью институтскому журналу пролила свет на судьбу своего давнего молодого протеже и сотрудника...

В Астросовете АН СССР Алина Иосифовна наряду с официальной работой (по сути, второго ученого секретаря) стала ученым секретарем одной из его комиссий – Комиссии по истории астрономии. Она организовала проведение ежемесячных семинаров, в том числе в 1969 г. – к 80-летию директора Пулковской астрономической обсерватории Б.П. Герасимовича, расстрелянного в 1937 г. Из-за публикаций этих материалов в “Информационных сообщениях Комиссии по истории астрономии Астросовета” (1969, № 19) в обход его партийной цензуры А.И. Еремеева в 1970 г. вновь должна была сменить место работы. В том же году академик

В.Г. Фесенков пригласил ее в Комитет по метеоритам (КМЕТ) АН СССР. За годы работы в КМЕТ она участвовала во многих экспедициях по поиску метеоритов на Дальнем Востоке и в Сибири, руководила экспедициями, восстановившими утерянное место находки знаменитого метеорита Палласово Железо, написала монографию “Рождение научной метеоритики (история Палласова Железа)” (1982). Оказавшись после присоединения КМЕТ к Институту геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР на несколько лет безработной, А.И. Еремеева продолжила давнее сотрудничество с издательством “Наука” (“Физматлит”, где главным редактором был И.Г. Рахлин). Здесь в 1984 г. была опубликована ее книга “Астрономическая картина мира и ее творцы” (Земля и Вселенная, 1985, № 3, с. 80).

С 1986 г. А.И. Еремеева работает в ГАИШ МГУ, где с 1990 г. читает общий курс истории и методологии астрономии, обязательный в программе обучения на астрономическом отделении физического факультета МГУ. В соавторстве со своим однокурсником и мужем Ф.А. Цициным, который всегда был ее опорой и неизменным помощником, она опубликовала первый университетский учебник “История астрономии. Основные этапы развития астрономической картины мира” (1989). В 2003 г. соавторы начали подготовку его второго издания. В том же году ими был опубликован “Краткий курс истории астрономии для аспирантов”. В 1980–1990-х гг. в сборниках по философии и истории астрономии А.И. Еремеева опубликовала ряд исследований, посвященных деятельности отдельных астрономов, а также науковедческим и философским вопросам истории науки (в том числе выступила с собственной концепцией по проблеме научных революций). В результате многолетнего изучения оригинальных работ, главным образом XVIII–XIX вв., архивных материалов и экспедиционных изысканий

Алина Иосифовна в 2006 г. выпустила фундаментальный труд “История метеоритики. Истоки. Рождение. Становление” (Земля и Вселенная, 2007, № 1, с. 43). А.И. Еремеева – автор более 170 историко-научных публикаций, ряда статей в новом издании Большой российской энциклопедии и энциклопедии “Лица Москвы”.

С самого начала своей деятельности А.И. Еремеева ведет большую редакционную работу. В ГАИШ МГУ она была инициатором, редактором-составителем и одним из авторов коллективной монографии “Астрономия на крутых поворотах XX века” (1997), подготовленной по материалам научно-мемориальной конференции в Пулкове (1995), посвященной 50-летию окончания Второй мировой войны. Она один из авторов и редактор-составитель большого раздела в сборнике “Историко-астрономические исследования” (выпуск XXXIII, 2008), посвященного памяти Ф.А. Цицина (1931 – 2005). Алина Иосифовна подготовила посмертное издание монографии Ф.А. Цицина “Очерки современной космогонии Солнечной системы. Истоки. Проблемы. Горизонты” (2009), а также приняла участие в подготовке нового сборника воспоминаний и научных статей, посвященных деятельности академика О.Ю. Шмидта.

А.И. Еремеева – председатель Секции “История астрономии” Международной общественной организации “Астрономическое общество”. По ее инициативе и в результате упорных хлопот (2000 – 2004) с привлечением ряда сотрудников КРАО Национальной академии наук Украины и Института прикладной астрономии РАН удалось возратить в список малых планет имя, связанное с Героем Сталинграда маршалом В.И. Чуйковым (астероид № 11793 “Чуйковия”, название утверждено 4 мая 2004 г.). В 1975 г. она поставила вопрос о необходимости увековечить на карте Луны имя петербургского академика Ф.У.Т. Эпинуса –

автора первой эволюционной теории лунного вулканизма (Земля и Вселенная, 1975, № 1). Эту инициативу поддержал руководитель Отдела Луны и планет ГАИШ МГУ и председатель Номенклатурной комиссии по Луне в МАС доктор физико-математических наук В.В. Шевченко. В марте 2009 г. на карте Луны вблизи ее северного полюса появился кратер Эпинус (Aepinus). А.И. Еремеева — активный участник многих научных конференций, в том числе общегородского научного семинара по истории астрономии ИИЕиТ РАН.

В рамках научной программы работы Музея истории ГАИШ в старой Обсерватории МГУ на Красной Пресне Алина Иосифовна участвует в организации юбилейных конференций и выставок, связанных с историей ГАИШ и общей историей астрономии.

А.И. Еремеева широко известна как популяризатор истории астрономии. С 1972 г. на протяжении трех десятилетий она вела в Астрономическом календаре раздел “Памятные даты истории астрономии”. С журналом “Земля и Вселенная” сотрудничает с 1970 г. Ее статья о трагической судьбе первой женщины-астронома и математика Гипатии (Земля и Вселенная, 1970,

№ 1) неожиданно для автора получила теплый отклик академика В.П. Глушко в письме в редакцию. Руководствуясь девизом И. Кеплера “Бездействие — смерть для философии. Будем же жить и трудиться” и словами А. Блока “И снова бой. Покой нам только снится”, А.И. Еремеева в настоящее время заканчивает работу над научной биографией одного из пионеров отечественной теоретической астрофизики Б.П. Герасимовича (1889 — 1937) для биографической серии РАН. В ее дальнейших планах — завершение второго издания учебника по истории астрономии, публикация ряда оставшихся в рукописи работ Ф.А. Цицина, выполнение давнего обещания написать научную биографию В. Гершеля и, если удастся, проследить судьбу астрономов ГАИШ МГУ в 1930-е гг.

Замечательные планы! Коллектив Сектора истории Астрономической обсерватории ГАИШ поздравил Алину Иосифовну Еремееву с юбилеем, пожелав ей продолжения плодотворной деятельности и успешного выполнения намеченных планов. К этим поздравлениям присоединяются редколлегия, редакция и авторский коллектив журнала “Земля и Вселенная”.

Информация

“Зеленый горошек” — открытие астрономов-любителей

Астрономы-любители вновь оказали серьезнейшую поддержку астрономам-профессионалам. На сей раз они обнаружили новый тип галактик. Открытие сделано в рамках проекта Galaxy Zoo, добровольные участники которого занимаются анализом фотографий, собранных в ходе Слоановского цифрового обзора неба. Всего во время обзора было сделано около 250 млн снимков.

Участникам проекта удалось

обнаружить галактики, которые отличаются следующими характеристиками:

- у них небольшие масса (примерно на два порядка меньше массы Млечного Пути) и размеры (на порядок меньше размеров нашей Галактики);
- в спектре их излучения выделяется линия дважды ионизованного кислорода с длиной волны 500,7 нм. Так как эта линия находится в зеленой части спектра, новые галактики получили название “зеленый горошек”;
- в новых галактиках происходит очень интенсивное звездообразование: ежегодно примерно $10 M_{\odot}$ газа и пыли превращается в звезды (в Млечном Пути — только $4 M_{\odot}$).

Новые галактики находятся от нас на расстоянии 1,5–5 млрд св. лет.

Энтузиасты из Galaxy Zoo собрали 250 образцов “зеленых горошин”, что позволило профессиональным астрономам выделить эти объекты в отдельный класс. Из-за большого объема работы профессиональным астрономам вряд ли удалось бы открыть новый тип галактик без помощи астрономов-любителей, ведь галактики нового класса встречаются очень редко — примерно одна на 10 тысяч фотографий.

Подробное изложение полученных результатов интересующиеся найдут в научных журналах или на сайте arXiv.org.

LENTA.RU, 28 июля 2009 г.

Люди науки

Евгений Павлович Фёдоров

(к 100-летию со дня рождения)

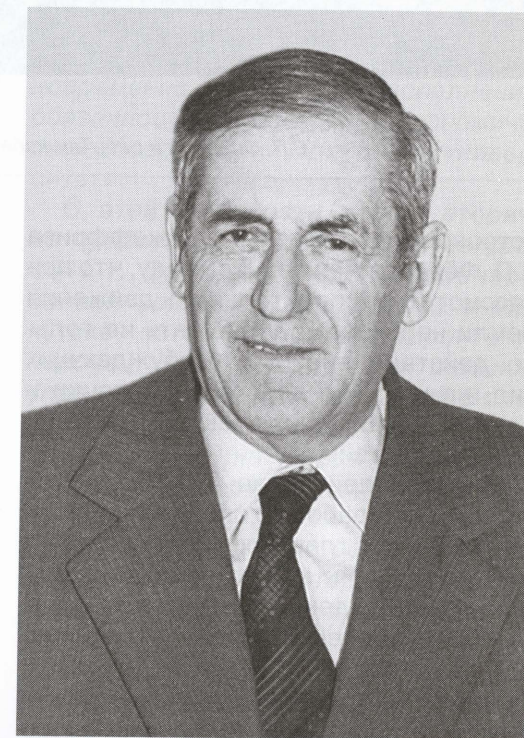
“Велико есть дело достигать во глубину разумом, куда рукам и оку достигнуть возбраняет натура”.

М.В. Ломоносов

ВЫСОКИЙ КЛАСС АСТРОНОМА

С именем известного астронома академика АН УССР **Евгения Павловича Фёдорова** (1909–1986) связано зарождение нового этапа исследования по комплексной астрономической и геофизической проблеме “Изучение вращения Земли”. Вращение Земли — весьма сложное явление, в котором отражаются особенности ее внутреннего строения и различные процессы, протекающие в недрах и на поверхности нашей планеты, а также в окружающем ее космическом пространстве (см., например, Земля и Вселенная, 2004, № 4). Исследование особенностей вращения Земли, с одной стороны, дает богатую информацию о ней, пока недоступную для получения другими методами, с другой — позволяет учитывать их в обработке сложных астрономических наблюдений, при управлении движением космических аппаратов, построении земных систем координат.

Физик по образованию, Е.П. Фёдоров, работая над проблемой вращения Земли, в первую очередь интересовался физическими причинами этого явления с учетом реального строения планеты. Широкие познания Евгения Павловича в области механики твердого тела, упругости и гидромеханики были тем фундаментом, на котором базировались его оригинальные теоретические исследования 1940–1950-х гг.



Академик АН УССР Евгений Павлович Фёдоров (1909–1986).



Е.П. Фёдоров в рабочем кабинете ГАО АН УССР. 1960 г.

астронома и геофизика Г. Джеффриса Е.П. Фёдоров пришел к выводу, что при рассмотрении орбитального движения Земли необходимо учитывать не только действие внешних возбуждающих сил, но и взаимодействие оболочки и ядра, в том числе их электромагнитное взаимодействие.

Мировое признание Е.П. Фёдорову принес цикл работ по определению коэффициентов главных и полумесячных членов нутации в наклонности и долготе из наблюдений за изменяемостью широт и сравнению этих коэффициентов с их теоретическими значениями. Последние, в отличие от работ других авторов, были вычислены на основании новой теории вращения Земли как упругого тела, разработанной Евгением Павловичем. На основании полученных данных сделаны выводы

о взаимодействии ядра и оболочки Земли. Результаты этих исследований послужили основой докторской диссертации ученого и опубликованы в его книге *“Нутация и вынужденное движение полюса по данным широтных наблюдений”* (Киев, 1958), переведенной в 1960 г. на английский язык (под редакцией Г. Джеффриса). В знак признания научных заслуг Е.П. Фёдорова его избрали президентом Комиссии № 19 (*“Изменяемость широт”*) Международного астрономического союза в 1955–1961 гг. Впоследствии по его инициативе эта Комиссия была переименована в Комиссию *“Вращение Земли”*, что более соответствовало охваченным ею проблемам.

Но Евгений Павлович занимался не только теорией. За время работы в Пол-

тавской гравиметрической обсерватории он проявил себя отличным астрономом-наблюдателем, предложившим новую программу наблюдений.

Научная и научно-организационная деятельность Е.П. Фёдорова оказала большое влияние на развитие исследований в области фундаментальной астрометрии и изучения вращения Земли. Он достойно продолжил дело, начатое его учителем академиком А.Я. Орловым (1880–1954), и по праву научная школа носит теперь имена Орлова и Фёдорова.

Известный бельгийский ученый президент Комиссии МАС № 19 *“Изменяемость широт”* профессор П. Мелькиор писал в 1969 г.: *“Я самым высоким образом оцениваю работы Е.П. Фёдорова. В этих работах он провел глубокий анализ свойств и характеристик движения полюса и весьма сложной механики вращения Земли. В Международном астрономическом союзе его мнение выслушивается с самым большим вниманием Комиссией № 19, в которой он к тому же председательствовал в течение нескольких лет. Его книга о нутации земного полюса — фундаментальный труд, который привлек внимание самых компетентных астрономов. Е.П. Фёдоров соединяет в себе познание эрудированного теоретика небесной механики с качествами умелого экспериментатора в анализе условий наблюдений и инструментальных ошибок. Это редкое и исключительное качество определяет **высокий класс астронома**”*.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ

Евгений Павлович Фёдоров родом из Сибири. Вот что он писал в своей автобиографии:

“Я родился в г. Иркутске 26 июня 1909 г. Мой отец Фёдоров Павел Иванович был врачом. Умер в 1919 г., в возрасте 48 лет. Мать Фёдорова Наталья Николаевна занималась домашним хозяйством. Умерла в 1940 г. в возрасте 63 лет.

До осени 1931 г. я постоянно жил в Иркутске, где в 1926 г. окончил среднюю школу. Самостоятельно работать начал в 1929 г., когда я поступил чертежником на Кожзавод № 1. С этой должности в ноябре 1931 г. был призван в армию и направлен для прохождения действительной службы в г. Мичуринск (в то время г. Козлов).

По увольнению в запас в марте 1933 г. я возвратился в Иркутск и осенью того же года поступил экстерном на второй курс физико-математического факультета Иркутского государственного университета.

Летом 1937 г. я окончил Университет, после чего в течение года, т.е. до осени 1938 г., работал преподавателем физики на медицинском рабфаке в Иркутске. Затем перешел в Иркутский университет на должность ассистента кафедры теоретической механики. В 1939 г. был назначен старшим преподавателем той же кафедры и одновременно приступил к исполнению обязанностей директора астрономической обсерватории Иркутского университета.

С этой должности я был вторично призван в армию в конце августа 1941 г. Во время Великой Отечественной войны служил сперва в Иркутске, затем на Южном фронте и, наконец, в Москве в Центральном управлении Военных сообщений. В плену и окружении не был. Ни я, ни мои родственники на территории, оккупированной противником, не находились.

26 июня 1944 г., на основании персонального ходатайства Президиума Академии наук СССР, я был уволен в запас и направлен в распоряжение Президиума АН СССР. Я был зачислен аспирантом Главной астрономической обсерватории АН СССР (Пулковской) и для подготовки диссертации направлен в Полтавскую гравиметрическую обсерваторию АН УССР, где специализировался в области астрономии.



Е.П. Фёдоров (во втором ряду второй справа) среди участников 3-й широтной конференции в Полтаве

4 декабря 1947 г. на заседании Ученого совета механико-математического факультета Ленинградского университета я защитил кандидатскую диссертацию на тему "Теория движения полюсов Земли".

С марта 1948 г. по апрель 1949 г. я работал старшим научным сотрудником Главной астрономической обсерватории АН УССР, а в мае 1949 г. перешел в Полтавскую обсерваторию на должность ученого секретаря.

Со времени поступления в аспирантуру основным направлением моей научной работы является применение методов и результатов астрономических исследований к изучению внут-

реннего строения Земли. 2 сентября 1951 г."

"Полтавский" период в жизни Евгения Павловича продолжался с 1949 г. почти до конца 1959 г. Впоследствии он отметил, что эти годы были наиболее плодотворными, а те успехи, которые пришли позже, стали "процентами на капитал", нажитый в Полтаве. Деятельность Е.П. Фёдорова в тот период была очень насыщенной: помимо активного слежения за изменчивостью широты Полтавы, анализом и совершенствованием программы наблюдений и их обработки, изучения инструментальных ошибок, работы ученым секретарем, он уделял большое внимание теоре-



Е.П. Фёдоров (четвертый слева), японский ученый С. Сугав (третий слева) и ученики Е.П. Фёдорова: С.П. Майор, Я.С. Яцкив, А.А. Корсунь и Н.Т. Миронов. Киев. 1970 г.

тическим вопросам вращения упруго деформируемой Земли и движению ее полюсов. После избрания Евгения Павловича президентом Комиссии МАС № 19 "Изменяемость широт" он возглавил научные исследования движения полюсов Земли и изменения ее широт. Полтаву, где находился центр советской Службы широты, руководимый Е.П. Фёдоровым, с полным правом называли широтной столицей СССР.

Придавая большое значение глобальным данным наблюдений изменчивости широт для решения многих

астрономических и геофизических проблем, Евгений Павлович поднял вопрос о существенной перестройке работы Международной службы широты (МСШ). В 1960 г. по его инициативе в Хельсинки был проведен симпозиум МАС "Будущее Международной службы широты". Симпозиуму предшествовала большая подготовительная работа, в том числе удалось подготовить и напечатать сборник "Состояние и будущее международной службы широты" с предложениями ученых разных стран. Симпозиум прошел успешно, на нем определили план создания новой



Участники симпозиума МАС в Мариоко (Япония): Е.П. Фёдоров, Б. Свирлс (супруга Г. Джеффриса), Г. Джеффрис и Р. Висенте. 1971 г.

структуры – Международной службы движения полюса (МСДП). Устав этой службы разработал Е.П. Фёдоров, по его предложению Центральное бюро МСДП было размещено в Широтной обсерватории в Мидзусаве (Япония). В отличие от МСШ новая служба использовала при расчетах движения полюса не только наблюдения изменяемости широт на станциях, расположенных на параллели $39^{\circ}08'$ с.ш., но и на изолированных обсерваториях, а также наблюдения служб времени. Позже, в 1972 г., Евгений Павлович посетил широтную обсерваторию в Мидзусаве, где прочитал цикл лекций и провел консультации, которые способствовали улучшению работы Центрального бюро МСДП. Следующим этапом после МСДП

стало создание новой Международной службы вращения Земли в Париже.

В 1959–1973 гг. Е.П. Фёдоров возглавлял Главную астрономическую обсерваторию АН УССР (ныне ГАО НАН Украины) в Киеве, и в эти годы обсерватория превратилась в одно из ведущих астрономических учреждений страны. С 1973 г. он работал заведующим Отделом фундаментальной астрометрии.

Основываясь на теории случайных процессов, Евгений Павлович и его ученики (И.И. Глаголева, Я.С. Яцкив, А.А. Корсунь, С.П. Майор, В.К. Тарадий, И.В. Джунь, Н.Т. Миронов) разработали новые методы обработки и оценки точности широтных наблюдений, применив при их создании в то время уникальную

сводку координат полюса Земли за 80 лет. В 1960–1970-е гг. прославилась “киевская школа широтников” – так называли специалистов, исследующих изменения широт. Созданная Е.П. Фёдоровым научная школа – это, прежде всего, новое направление не только в проблеме изучения вращения Земли и движения ее полюсов, но и в астрометрии. Чтобы познания и достижения киевской школы не были достоянием только узкого круга учеников, Евгений Павлович содействовал проведению в 1965–1971 гг. всесоюзных летних школ-семинаров “Математические методы обработки астрономических и геофизических наблюдений” (Крым, Кацивели).

В 1970-е гг. в методах и средствах изучения вращения Земли наступил качественно новый этап. Стало очевидным, что такие методы и средства наблюдений (лазерная локация Луны и искусственных спутников Земли, радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами) позволяют оперативнее и с большей точностью получать данные о вращении Земли. Е.П. Фёдоров провел большую работу как член экспертной комиссии по подготовке новой Международной службы вращения Земли.

Заданием и построением координатных систем Евгений Павлович активно занялся в 1970–1980-е гг. Столкнувшись с проблемой несогласованности некоторых принятых понятий, касающихся задания и построения координатных систем в астрономии и при описании вращения Земли, он предложил наиболее общий подход к заданию и реализации ориентации координатных систем в астрономии, не зависящий от поступательно-вращательного движения Земли. Идеи Е.П. Фёдорова по построению координатных систем были реализованы во многих работах других ученых, а также в космических проектах, в частности на европейской космической астрометрической обсерватории “Гиппаркос” (“Hipparcos”), функционировавшей в 1989–1993 гг.

(Земля и Вселенная, 2005, № 5, с. 29–33).

Евгений Павлович был человеком разносторонних интересов: любил литературу, поэзию, музыку, живопись. Как и всем ученым, ему хотелось, чтобы его работы находили отклик в сообществе астрономов, он любил цитировать строку из стихотворения Ф. Тютчева:

*“...Нам не дано предугадать,
Как наше слово отзовется...”*

Сегодня можно уверенно заявить, что слова Е.П. Фёдорова звучат в сердцах и думах его учеников и коллег, которые продолжают начатое им дело. Память о нем хранят страницы истории Полтавской и Голосеевской обсерваторий.

Научная и научно-организационная деятельность Е.П. Фёдорова была достойно отмечена. Сам же он спокойно относился к громким признаниям личных заслуг.

EXEGI MONUMENTUM

В 1961 г. Е.П. Фёдоров был избран членом-корреспондентом АН УССР, в 1969 г. – академиком АН УССР. В 1983 г. он стал лауреатом Государственной премии УССР в области науки и техники за цикл работ “Разработка теории и практическое построение координатных систем для геодинимических, селенодизических и космических исследований”. Е.П. Фёдоров награжден орденами Трудового Красного Знамени (1971) и Октябрьской Революции (1979), медалями. В честь Евгения Павловича малая планета № 7628 названа “Евгенийфедоров”.

В 2000 г. Президиум НАН Украины основал премию им. Е.П. Фёдорова за выдающиеся достижения в области астрономии. Первыми лауреатами стали С.Л. Болотин (ГАО НАНУ), А.Е. Вольвач (КрАО), Я.С. Яцкив (ГАО НАНУ) за цикл работ “Теория и практика применения метода длиннобазисной радиоинтерферометрии (РСДБ) в астрометрии и геодинимике”.

Памяти Евгения Павловича посвятили юбилейную Международную конференцию, состоявшуюся 26–29 июня 1999 г. в ГАО НАНУ. Тематика конференции отражала научные интересы Е.П. Фёдорова и свидетельствовала о его богатом научном наследии. По итогам конференции издан специальный выпуск журнала “Кинематика и физика небесных тел” (1999, приложение № 1), в котором помещены материалы, посвященные памяти ученого и научные статьи специалистов Украины, России, Франции, Китая и США.

В честь Е.П. Фёдорова в июле 2004 г. во время празднования 60-летия Главной астрономической обсервато-

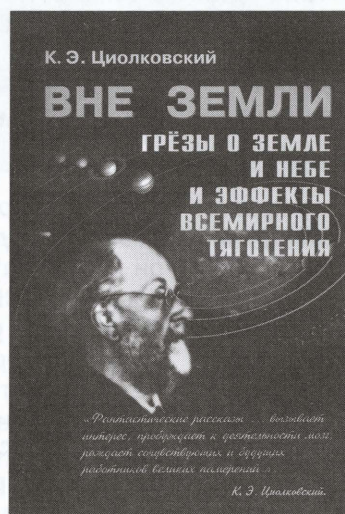
рии была открыта мемориальная доска (скульптор Ю.Г. Пустовойт). К 100-летию со дня рождения Е.П. Фёдорова 22–24 июня 2009 г. в ГАО проведена международная конференция “Изучение Земли как планеты методами астрономии, геофизики и геодезии”.

А.А. КОРСУНЬ,
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник
Главной астрономической
обсерватории НАН Украины
(ГАО НАНУ)
Я.С. ЯЦКИВ,
академик НАНУ,
директор ГАО НАНУ

НОВЫЕ КНИГИ

Научно-фантастические произведения К.Э. Циолковского

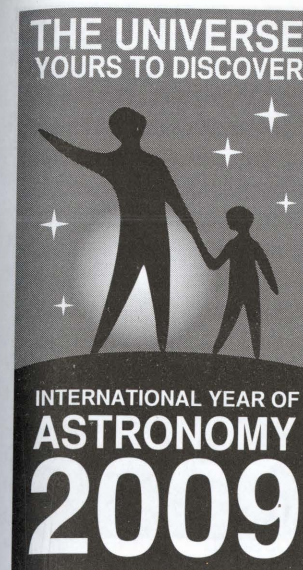
Эти сочинения вошли в сборник “Вне Земли” (составитель А.Н. Маслов; М.: изд. Луч), вышедший в 2008 г. Его открывают автобиография К.Э. Циолковского и краткие сведения о его жизни и деятельности. В сборник включены известные повести “Вне Земли”, “На Луне” и “Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения”, последняя полностью не публиковалась с 1885 г. Кроме



них в сборник вошли давно не переиздававшиеся рассказы и заметки: “На Весте”, “Эфирный остров”, “Цикл Вселенной”, “Самозарождение” и “Органический мир Вселен-

ной”. В конце книги помещены фотографии и рисунки К.Э. Циолковского, статья С.Н. Самодурова, правнука К.Э. Циолковского, об истории создания на борту орбитальных станций “Салют-7” и “Мир” космических библиотек из книг основоположника теоретической космонавтики. Заключает сборник статья Ю.В. Бирюкова “Константин Эдуардович Циолковский: от фантастики к основанию научной космонавтики” о прижизненных публикациях научно-фантастических произведений К.Э. Циолковского.

Сборник будет интересен как взрослым читателям, так и школьникам.



Симпозиумы, конференции, съезды

Всероссийская конференция “Астрономия и общество”

Признавая выдающееся значение астрономии в жизни общества, а также в ознаменование четырехсотлетия использования Галилеем телескопа, Генеральная Ассамблея ООН по инициативе Международного астрономического союза и ЮНЕСКО объявила 2009 год Международным годом астрономии (МГА-2009; Земля и Вселенная, 2009, № 1). Это событие должно сыграть значительную роль в научной и культурной жизни народов Земли, а также является стимулом к дальнейшей кооперации между странами в поисках ответов на вопросы о происхождении и эволюции Вселенной и человечества.

Мероприятия МГА-2009 направлены на усиление общественной поддержки научных исследований, улучшение качества фундаментального астрономического образования на всех уровнях, привлечение интереса молодежи к научной деятельности, создание современных подходов к популяризации астрономии. 25–27 марта 2009 г. в Москве в МГУ им. М.В. Ломоносова состоялось центральное мероприятие МГА-2009 в России – Всероссийская конференция “Астрономия и общество”. Организаторами Конференции выступили Национальный комитет российских астрономов РАН, ГАИШ МГУ, Институт астрономии РАН, Астрономическое общест-

во и Научный совет по астрономии РАН. Спонсоры и партнеры МГА-2009 в России – МЕАДЕ, Новосибирский приборостроительный завод и Celestron.

Очевидно, что астрономия, одна из древнейших наук, играет огромную роль в развитии человеческой цивилизации. При этом в России существует ряд проблем, связанных с астрономическим образованием и популяризацией астрономии.

М.В. Ломоносов, основавший первый в России университет, назвал математику ведущей наукой, а второй – астрономию. Астрономия ставит задачи перед физикой, химией, математикой и обобщает результаты их достижений при изучении внешнего

мира. Результаты этих обобщений нередко ложатся в основу философских идей и норм нравственности. Астрономии принадлежит важнейшая роль в формировании правильного взгляда на мир у детей и юношества. Идущие сейчас реформы школьного и высшего образования привели, в частности, к уменьшению количества учебного времени, выделяемого на астрономию. Поэтому требуется не только максимально сохранить астрономию в школах и вузах, но и интенсивно расширять систему внешкольного астрономического образования в рамках дополнительного образования, осуществляемого в кружках, Домах и Дворцах творчества молодежи и



Председатель Национального комитета российских астрономов академик А.А. Боярчук открывает Всероссийскую конференцию «Астрономия и общество». В президиуме: академик А.М. Черепашук (директор ГАИШ МГУ), Е.В. Попова (Администрация Президента РФ), М. Прхалова (Московское бюро ЮНЕСКО), Т.Е. Семенов (аппарат Совета Федерации РФ), А.Л. Судариков (Министерство образования и науки). МГУ. 25 марта 2009 г. Фото А.Б. Горшкова.

других внешкольных учреждениях. Систематическое изучение астрономии представляется особенно актуальным именно сейчас, когда происходит оглушительный разгул разного рода лженаук и паранаук. Пробелы в образовании подрастающего поколения заполняются суррогатами, а государство, развивающееся без науки, всегда становится жертвой более благоразумных соседей.

Важнейшую роль в популяризации астрономии играют планетарии. Известно, что аппарат «планетарий» позволяет моделировать звездное небо с высокой степенью приближения к реальному, причем демонстрация звездного неба в планетариях не

зависит от погоды, времени суток, географических координат, а также может осуществляться в любом временном масштабе. Современные планетарии являются совершенно необходимыми центрами популяризации астрономии, помогающими взрослым и особенно школьникам осознать исключительное значение астрономии в формировании научного мировоззрения и остановить рост астрономической безграмотности и некритического отношения к потоку околонаучной информации. Поэтому развитие сети планетариев в России заслуживает самого серьезного внимания, и в первую очередь — ситуация с

Московским планетарием, который не работает уже около 15 лет (Земля и Вселенная, 2005, № 2, с. 70–75; 2008, № 5, с. 96–98).

В отличие от математики, физики и других наук у профессиональной астрономии есть мощный резерв — любители астрономии. Их немало, и они сравнительно неплохо организованы. Любителям астрономии может быть человек, углубленно изучающий какой-то раздел астрономии, или тот, кто самостоятельно изготовил астрономический инструмент, или тот, кто просто смотрит на небо и задумывается над тем, что же он видит. Зачастую любитель астрономии отличается от профес-

сионала только уровнем математической подготовки и возможностью распределять свое время независимо от жесткого плана регулярных работ. Как известно, существует много задач, которые можно решить с помощью любительских инструментов. К числу таких задач относятся наблюдение переменных звезд и покрытий звезд телами Солнечной системы, открытие комет и даже экзопланет. Вот почему представляется чрезвычайно целесообразным более тесное сотрудничество профессионалов и любителей астрономии: это полезно первым и интересно вторым.

Заседания конференции «Астрономия и общество» проходили в первом гуманитарном и новом учебном корпусах МГУ, в ГАИШ МГУ. К ней были приурочены выставки любительских астрономических фотографий и астрономических инструментов компании Celestron — генерального спонсора МГА-2009. В один из вечеров для участников Конференции был организован концерт. На Конференцию приглашались все интересующиеся астрономией и ее ролью в современном мире: профессионалы, любители, преподаватели, студенты и старшеклассники, представители средств массовой информации и органов государственной власти. Для участия в Конференции предварительно (на сайте) зарегистрирова-



Генеральный директор компании Skymart С.Л. Аксёнов (в центре) с сотрудниками на выставке инструментов компании Celestron. Фото О.Ю. Малкова.

лось 730 человек, из них на заседаниях присутствовало около 500 человек, еще более 200 — без предварительной регистрации. Таким образом, в различ-

ных мероприятиях Конференции приняло участие примерно 700 человек.

На Конференции были зачитаны приветствия от президента РАН акаде-



Председатель Научного совета по астрономии РАН академик Н.С. Кардашёв выступает с докладом «Будущее астрономии в России». Фото О.Ю. Малкова.

мика Ю.С. Осипова, министра образования и науки РФ А.А. Фурсенко, ректора МГУ академика В.А. Садовниченко. Программа Конференции включала проведение круглых столов на следующие темы: "Астрономия и государство", "Астрономия и политика", "Астрономия в науке и культуре", "Прикладное значение астрономии", "Астрономическое образование", "Популяризация астрономии". На этих заседаниях обсуждались как фундаментальное, так и прикладное значение астрономии; проблемы взаимодействия астрономов с общественностью, органами государственной власти, средствами массовой информации, любителями астрономии; вопросы астрономического образования и популяризации астрономии, а также будущее астрономии в России.

Ведущие российские астрономы выступили на Конференции с обзорными докладами и лекциями на темы: "Проблемы происхождения Вселенной", "Новые формы материи во Вселенной", "Астрономия и космические исследования", "Экзопланеты", "Космическая погода", "Астероидно-кометная опасность", "Астрономические аспекты проблемы происхождения жизни", "Галактическое краеведение", "Поиски внеземных цивилизаций".

Перед Конференцией на протяжении нескольких месяцев проводился опрос астрономов-профессионалов и астрономов-любителей, которым было предложено дать экспертную оценку перспектив развития астрономии. Список из 35 вопросов формата "Когда произойдет то или иное событие открытие, связанное с астрономией?" был подготовлен ведущими астрономами-популяризаторами, скорректирован научными журналистами и одобрен руководством Национального комитета российских астрономов РАН и Научным советом по астрономии РАН. Результаты опроса астрономического сообщества были обработаны, коллективный прогноз развития астрономии доложен на Конференции "Астрономия и общество", а в ближайшее время будет опубликован на страницах журнала "Земля и Вселенная".

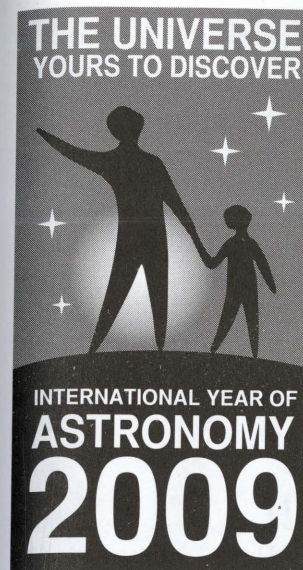
Конференция приняла Резолюцию, которая была доведена до сведения представителей органов государственной власти различного уровня. В Резолюции четко сформулированы актуальные проблемы развития астрономии в России, а также проблемы астрономического образования и популяризации науки о Вселенной (Земля и Вселенная, 2009, № 4, с. 59–61). В ближайшее

время предполагается опубликовать труды Конференции и обзорные лекции.

Астрономия вступила сегодня в новую эпоху крупнейших открытий. Обнаружение экзопланет, подтверждение существования черных дыр, объяснение природы космических гамма-всплесков, открытие темной энергии – все это стало возможным благодаря мощным наземным и орбитальным телескопам нового поколения.

Цель МГА-2009 заключается в том, чтобы стимулировать во всем мире, особенно среди молодежи, интерес к астрономии и науке в целом в рамках центральной темы: "Вселенная – для Вас". Мероприятия МГА-2009 содействуют правильному восприятию творческих аспектов астрономии, которые представляют собой бесценный общий ресурс для всех стран. Обновленная информация о мероприятиях МГА-2009 в России и за рубежом постоянно появляется на интернет-сайтах (www.astronomy2009.ru и www.astronomy2009.org).

О.Ю. МАЛКОВ,
доктор физико-математических наук
Национальный комитет
российских астрономов
РАН



АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ ПРОДОЛЖАЮТСЯ!

Часто случается так, что сразу несколько юбилейных дат наступает почти одновременно. А бывает, что эти события совпадают с большими переменами, анализом прошлого и надеждами на будущее. Нынешняя Всероссийская олимпиада школьников по астрономии прошла в год 400-летия первых телескопических наблюдений, выполненных Г. Галилеем. 2009 год был, как известно, провозглашен ООН Международным годом астрономии (Земля и Вселенная, 2009, № 1).

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии пережила непростой период, когда само ее дальнейшее существование оказалось под вопросом. Благодаря усилиям астрономической общественности нашей

Астрономическое образование

XVI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

страны олимпиаду все-таки удалось отстоять. Не менее важная задача – построение системы работы в соответствии с новым Положением о Всероссийской олимпиаде школьников, принятым в конце 2007 г. и вступившим в силу в 2008/09 учебном году. Все это требовало координированных действий Оргкомитета и методической комиссии олимпиады, жюри регионального и заключительного этапов, учителей и наставников талантливых школьников.

Заключительный этап предыдущей олимпиады состоялся в апреле 2008 г. в городе-герое Новороссийске. Астрономическая олимпиада впервые в своей истории прибыла в Краснодарский край – самый красивый и теплый регион нашей страны. Олимпиада 2008 г. запомнилась не только настоящей весенней погодой, но и прекрасной организацией, научной и культурной программой. Все это обеспечили Департамент образования и науки Краснодарского края, Кубанский государственный университет и Морская академия им. Ф.Ф. Ушакова.

Следующую олимпиаду по астрономии наметили провести также в Краснодарском крае. Данное предложение поддержало Федеральное агентство по образованию Российской Федерации. В результате Олимпиада "переехала" в Анапу.

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии 2009 г., уже шестнадцатая, тоже прошла на высоком организационном уровне. Торжественное открытие состоялось в День космонавтики, 12 апреля, что еще больше усилило атмосферу праздника астрономической науки на берегу Черного моря. В открытии Олимпиады участвовали заместитель главы муниципального образования города-курорта Анапы Н.А. Гущина, начальник управления общего и профессионального образования Анапы Д.А. Байдинов, представители Департамента образования и науки Краснодарского края, Кубанского государственного университета, жюри и методической комиссии Всероссийской олимпиады школьников по астрономии. Перед участниками



Торжественное открытие Олимпиады-2009. Фото Г.Д. Корнеевой.

Теоретический тур Олимпиады. Фото Е.Н. Фадеева.



с концертами выступили коллективы детского творчества Анапы.

13 и 15 апреля в помещении Анапского сельско-

хозяйственного техникума состоялись основные соревновательные мероприятия Олимпиады – теоретический и практический

туры. Соревнования чередовались с интересными экскурсиями по городу, в музей “Горгиппия”, природный заповедник “Большой Утриш”, в Новороссийск. У школьников оставалось время для занятий спортом, прогулок и, самое главное, общения друг с другом. Ведь именно этого часто не хватает детям,

увлеченным астрономией. Анапа встретила участников Олимпиады немного прохладной, но при этом солнечной и по-весеннему приятной погодой.

Закрытие Олимпиады состоялось вечером 17 апреля. В трех возрастных параллелях (9-й, 10-й и 11-й классы) было названо 8 победителей

и 39 призеров Олимпиады. Они получили дипломы, ценные призы и возможность поступить без экзаменов в вузы на астрономические специальности. В этот вечер на сцене находились те, кто через 10–20 лет может стать у руля российской астрономической науки...

Победители Олимпиады-2009

Акинъшиков Алексей Николаевич, 9-й класс, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Средняя общеобразовательная школа № 23 с углубленным изучением предметов гуманитарно-эстетического цикла”, г. Великий Новгород, Новгородская область.

Исмагилов Искандер Ринатович, 9-й класс, Муниципальное образовательное учреждение “Гимназия № 2 имени Баки Урманче”, г. Нижнекамск, Республика Татарстан.

Рухович Алексей Дмитриевич, 9-й класс, Государственное образовательное учреждение школа-интернат среднего (полного) общего образования “Интеллектуал”, г. Москва.

Бобу Андрей Викторович, 10-й класс, Муниципальное образовательное учреж-

дение “Средняя общеобразовательная школа № 2”, г. Елабуга, Республика Татарстан.

Кононов Яков Александрович, 10-й класс, Муниципальное образовательное учреждение “Российская гимназия № 59” г. Улан-Удэ, Республика Бурятия.

Шевелёв Виктор Олегович, 10-й класс, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Лицей № 9”, г. Белгород, Белгородская область.

Серебряков Дмитрий Андреевич, 11-й класс, Муниципальное образовательное учреждение “Лицей № 40”, г. Нижний Новгород, Нижегородская область.

Лебедев Вадим Владимирович, 11-й класс, Государственное общеобразовательное учреждение “Гимназия № 261”, Кировский район, г. Санкт-Петербург.

Примеры заданий с решениями

1. Кольцеобразно-полное затмение (теоретический тур, 9-й класс).

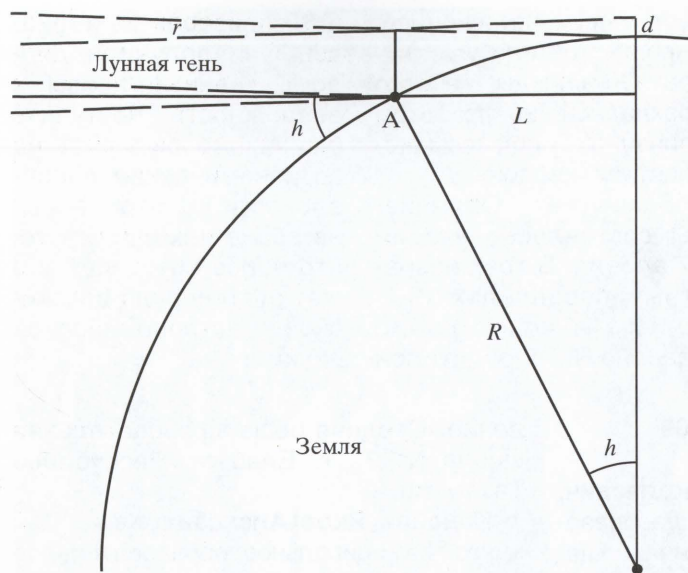
На Земле начинается кольцеобразно-полное солнечное затмение. В начале полосы центрального затмения на поверхности Земли наблюдается кольцеобразное затмение продолжительностью

20 с. На какой высоте над горизонтом на Земле будет наблюдаться начало полного затмения (центральное полное затмение с фазой, в точности равной единице)? Рефракцией пренебречь (автор – О.С. Угольников).

Решение. Как известно, кольцеобразно-полные затмения наступают, когда конус лунной тени не дотягивается до края Земли в начале и конце

центрального затмения на нашей планете, но достигает поверхности Земли в середине затмения.

В момент начала центрального затмения на Земле ширина области видимости кольцеобразного затмения d есть произведение орбитальной скорости Луны (1 км/с) и продолжительности кольцеобразного затмения (20 с), то есть 20 км. Осевое вращение Земли



в этот момент на продолжительность затмения не влияет, так как наблюдатель перемещается перпендикулярно движению тени. Угол раствора конуса лунной тени равен видимому диаметру Солнца r ($32'$, или 0.0093 радиана). Конус тени не дотягивается до области наблюдения на расстояние L , равное d/r , или 2150 км.

Центральное затмение будет наблюдаться как полное начиная с точки А, в которой конец тени вступит на поверхность Земли. При этом высота Солнца над горизонтом составит $h = \arcsin \frac{L}{R} = 20^\circ$, где

R — радиус Земли. Данный вывод не зависит от того, пересекает лунная тень Землю по диаметру (в плоскости рисунка) или по хорде.

2. Космический футбол (теоретический тур, 9–10-й классы).

Половина сферической поверхности астероида с радиусом 1 км и плотностью 3 г/см³ оборудована под большое футбольное поле. Ворота шириной 7 м и высотой 3 м установлены на полюсах астероида. Мяч расположен на линии одних ворот точно в ее середине. В каком интервале должны находиться направление и величина скорости, которые нужно задать мячу, чтобы после горизонтального удара он попал в противоположные ворота, не касаясь в полете поверхности астероида? Вращением астероида пренебречь (автор — О.С. Угольников).

Решение. Определим вначале, в каком интервале заключается скорость мяча после горизонтально-

К заданию "Кольцеобразно-полное затмение".

го удара, чтобы он попал в противоположные ворота. Так как мяч не касается поверхности астероида, он должен пролететь над астероидом, по крайней мере, половину его окружности. Для этого скорость мяча должна быть не менее первой космической:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = R \sqrt{\frac{4\pi G \rho}{3}} = 0.9157 \text{ м/с,}$$

где M , R и ρ — это соответственно масса, радиус и плотность астероида. В этом случае мяч пролетит по траектории 1 и попадет в нижнюю часть противоположных ворот. Максимальная скорость мяча соответствует траектории 2, тогда он попадет в верхнюю часть ворот. Орбита мяча будет эллиптической с расстоянием в перигеетре R и расстоянием в апоцентре $(R + h)$, где h — высота ворот, причем h значительно меньше R . С учетом этого эксцентриситет орбиты составит

$$e = \frac{(R + h) - R}{(R + h) + R} \approx \frac{h}{2R},$$

а скорость в перигеетре

$$v_2 = \sqrt{\frac{GM}{a} \cdot \frac{1+e}{1-e}} = \sqrt{\frac{GM}{R} (1+e)} \approx \sqrt{\frac{GM}{R} \left(1 + \frac{e}{2}\right)} =$$

К заданию "Космический футбол".

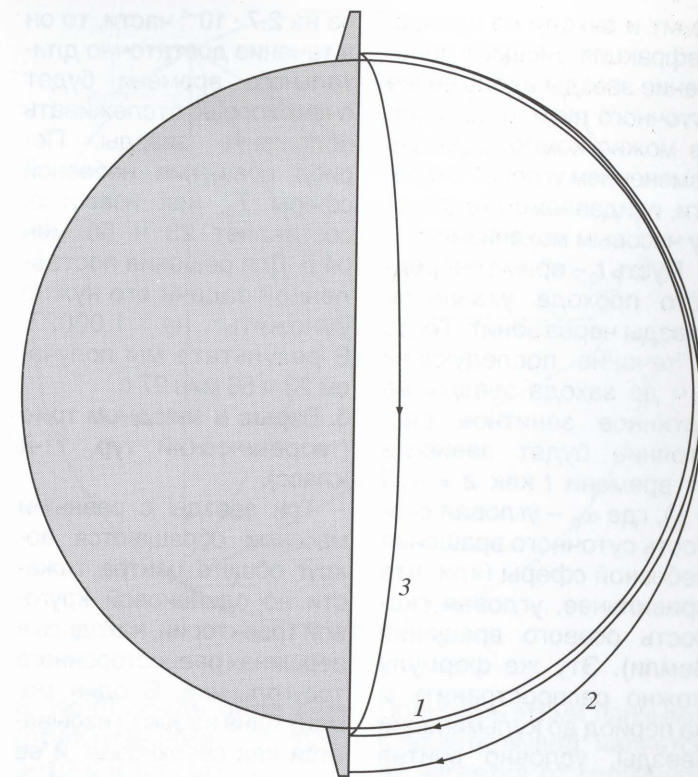
$$= v_1 \left(1 + \frac{h}{4R}\right) = 0.9163 \text{ м/с.}$$

Мы видим: чтобы попасть в ворота, необходима высокая точность выполнения удара. Тогда как высокая точность по направлению, по крайней мере, в горизонтальной плоскости, не потребуется. Как видно на рисунке, орбита мяча, близкая к круговой, будет обязательно проходить через противоположный полюс астероида, где находятся ворота, даже если мяч будет лететь по траектории 3. Область возможных направлений удара из центра своих ворот охватывает угол 180° , то есть все футбольное поле.

3. Мира Кита (теоретический тур, 10–11-й классы).

Известно, что в видимом диапазоне длин волн амплитуда изменения блеска звезды Мира Кита составляет 8^m , а в инфракрасной области — около 1.5^m . Считая излучение звезды чернотельным, определите, во сколько раз изменяется радиус звезды, если ее эффективная температура в максимуме и минимуме равна соответственно 2800 и 2300 К (автор — А.М. Татарников).

Решение. Оценим, на какой длине волны находится максимум излучения звезды: $\lambda = 2900/T \sim 1 - 1.2$ мкм, здесь T — эф-



фективная температура звезды. Практически всю энергию звезда излучает в инфракрасной области спектра, поэтому для определения радиуса звезды нужно использовать данные измерений блеска в этом электромагнитном диапазоне. По закону Стефана-Больцмана светимость звезды составляет $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$. Для отношения светимостей в максимуме и минимуме имеем:

$$\frac{R_{\max}^2 T_{\max}^4}{R_{\min}^2 T_{\min}^4} = 10^{0.4 \cdot \Delta m},$$

$$\frac{R_{\max}}{R_{\min}} = 10^{0.2 \cdot \Delta m},$$

$$\frac{T_{\min}^2}{T_{\max}^2} = 1.35.$$

4. Компенсатор рефракции (теоретический тур, 11-й класс).

С каким периодом должен вращать телескоп часовой механизм, чтобы удерживать точечный источник (звезду) со склонением 0° , находящийся высоко над горизонтом, на экваторе в центре поля зрения с учетом атмосферной рефракции? Наблюдатель находится на уровне моря при стандартных атмосферных условиях: температура — $+20^\circ \text{C}$, давление — 760 мм рт. ст. (автор — О.С. Угольников).

Решение. Звезда со склонением 0° движется по небесной сфере на экваторе вертикально, восходя на востоке, проходя через

зенит и заходя на западе. Рефракция смещает положение звезды вдоль ее же суточного пути, и ее вполне можно компенсировать изменением угловой скорости, придаваемой телескопу часовым механизмом.

Пусть t_0 — время очередного прохода указанной звезды через зенит. Тогда в течение последующих 6 ч до захода звезды ее истинное зенитное расстояние будет зависеть от времени t как $z = \omega_0(t - t_0)$, где ω_0 — угловая скорость суточного вращения небесной сферы (или, что правильнее, угловая скорость осевого вращения Земли). Эту же формулу можно распространить и на период до кульминации звезды, условно считая ее зенитное расстояние отрицательным.

Если зенитное расстояние не очень велико (меньше $50-60^\circ$), то величина астрономической рефракции при указанных условиях составляет $r = 56.0'' \operatorname{tg} z = 2.7 \cdot 10^{-4} \operatorname{tg} z$. При зенитных расстояниях меньше $20-30^\circ$ эта формула выглядит еще проще: $r = 2.7 \cdot 10^{-4} z$, причем z в ней выражается в радианах. Зависимость видимого зенитного расстояния звезды z_v от времени будет выражаться как

$$z_v = z - r = z - 2.7 \cdot 10^{-4} z = \omega_0(1 - 2.7 \cdot 10^{-4}) \cdot (t - t_0).$$

Эту формулу также можно распространить на период времени до кульминации звезды. В результате, если уменьшить угловую скорость телеско-

па на $2.7 \cdot 10^{-4}$ части, то он в течение достаточно длительного времени будет очень хорошо отслеживать положение звезды. Период вращения небесной сферы T_0 , как известно, составляет 23 ч 56 мин 04 с. Для решения поставленной задачи его нужно умножить на 1.00027. В результате мы получаем 23 ч 56 мин 27 с.

5. Взрыв в звездном трио (теоретический тур, 11-й класс).

Три звезды с равными массами обращаются вокруг общего центра тяжести по одинаковой круговой траектории, находясь в вершинах равностороннего треугольника. В один момент одна из звезд взрывается как сверхновая, и ее масса без остатка быстро покидает систему. Найдите эксцентриситет новых орбит оставшихся двух звезд (автор — О.С. Угольников).

Решение. Обозначим как R расстояние между звездами попарно (сторону равностороннего треугольника), а через M — массу каждой звезды. Рассмотрим движение трех звезд в отдельности. По свойствам равностороннего треугольника, радиус орбит звезд

$$\text{составляет } L = \frac{R}{\sqrt{3}}.$$

Центростремительное ускорение каждой звезде придает равнодействующая сил притяжения двух других звезд:

$$M \cdot a = \frac{2GM^2 \cos 30^\circ}{R^2};$$

$a = \frac{\sqrt{3} GM}{R^2}$. Скорость движения каждой из звезд составляет

$$v_0 = \sqrt{a \cdot L} = \sqrt{\frac{GM}{R}}.$$

После взрыва одной из звезд две остальные продолжают двигаться со скоростями v_0 . Компонента этой скорости, направленная вдоль прямой, соединяющей звезды (u) одинакова для обеих звезд и является скоростью центра масс системы, образованной двумя звездами; она в дальнейшем не изменяется. А вот перпендикулярная компонента v у двух звезд совпадает по модулю, но противоположна по направлению. Она становится орбитальной скоростью звезд. Ее величина составляет

$$v = v_0 \cos 30^\circ = \sqrt{\frac{3GM}{4R}}.$$

Орбитальная скорость перпендикулярна радиусу-вектору, следовательно, положения звезд сразу после взрыва соответствуют либо перицентрам, либо апоцентрам новых орбит. Пусть через половину орбитального периода, в апоцентре или перицентре соответственно, расстояние между звездами будет равно D , а скорости каждой будут равны v_1 . Запишем законы сохранения момента импульса и энергии:

$$2 \cdot \frac{v \cdot R}{2} = 2 \cdot \frac{v_1 \cdot D}{2};$$

К заданию "Взрыв в звездном трио".

$$2 \cdot \frac{M \cdot v^2}{2} - \frac{GM^2}{R} = 2 \cdot \frac{M \cdot v_1^2}{2} - \frac{GM^2}{D}.$$

Делая подстановки

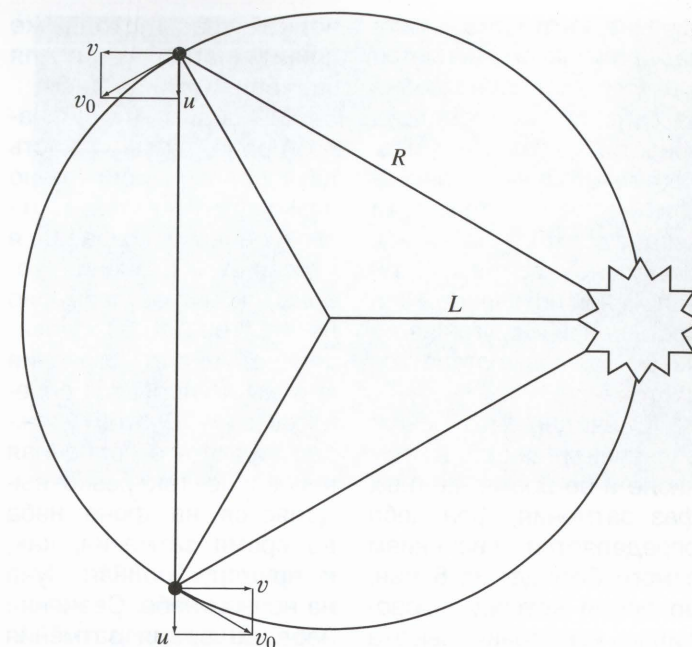
$$v_1 = \frac{v \cdot R}{D}; \quad \frac{GM}{R} = \frac{4v^2}{3},$$

получаем уравнение

$$v^2 - \frac{4v^2}{3} = v^2 \frac{R^2}{D^2} - \frac{4v^2}{3} \frac{R}{D}$$

$$\text{и далее: } 3(R/D)^2 - 4(R/D) + 1 = 0.$$

Это уравнение имеет два корня, соответствующие двум точкам на орбитах звезд. Первое решение ($D = R$) связано с положением звезд сразу после взрыва, а второе ($D = 3R$) — через половину нового орбитального периода. Мы видим, что сразу после взрыва звезды оказываются в перицентрах своих новых



6. Ночь среди бела дня (практический тур, 9–10-й классы).

В приведенной ниже таблице указаны результаты измерений яркости фона неба в зените (звездные величины одной квадратной секунды) перед началом и во время полной фазы солнечного за-

Пользуясь этими данными, сделайте вывод, является ли засветка от солнечной короны основным фактором, формирующим свечение неба во время полного солнечного затмения. Считать, что по своей яркости солнечная корона близка к полной Луне (автор — О.С. Угольников).

Время, UT	Яркость фона неба, m	Фаза затмения	Ослабление Солнца, m
10.40	7.14	0.935	3.93
10.41	7.39	0.952	4.36
10.42	7.83	0.969	4.99
10.43	8.09	0.986	6.17
10.44	12.55	1.003	—
10.45	12.40	1.019	—

орбит, а в апоцентрах они будут втрое дальше друг от друга. Эксцентриситет новых орбит составит $e = (D - R)/(D + R) = 0.5$.

тмения 1 августа 2008 г. в Новосибирске. Даны значения фазы затмения и ослабления Солнца в звездных величинах.

Решение. При условии стабильного состояния атмосферы, если весь фон неба определяется рассеянием света одного ярчайшего ис-

точника, у которого высота над горизонтом меняется мало, яркость фона должна быть пропорциональна яркости этого источника. Соответственно звездная величина площадки неба должна меняться синхронно со звездной величиной источника. Разность одной и другой величины должна оставаться постоянной.

Очевидно, что ясным солнечным днем, в том числе и во время частных фаз затмения, фон неба определяется свечением самого Солнца. За 5 мин, во время которых проводились измерения, высота Солнца над горизонтом существенно не изменилась. Для проверки гипотезы о вкладе свечения солнечной короны в фон неба составим таблицу, в которую занесем звездную величину источника (частично затмившегося Солнца или солнечной короны), звездную величину одной квадратной секунды неба и разность обеих величин. Если эта разность с началом полной фазы не изменится, значит, вклад свечения короны в фон неба во время

полной фазы столь же принципиален, как и для свечения Солнца днем.

Мы видим, что с началом полной фазы разность двух величин достаточно резко уменьшается. Если бы фон неба создавался рассеянием свечения короны, он был бы примерно на 4–5^m слабее. Следовательно, вклад свечения короны не является определяющим. В этом убеждает и то, что солнечная корона не так резко выделяется на фоне неба во время затмения, как, к примеру, полная Луна на ночном небе. Свечение неба во время затмения создается, прежде всего,

№ звезды	m _v	α	δ
1	15.0	10 ^h 30 ^m 47.4 ^s	18°09'41"
2	15.5	10 ^h 30 ^m 12.0 ^s	18°10'12"
3	15.7	10 ^h 30 ^m 12.2 ^s	18°15'10"
4	16.5	10 ^h 30 ^m 40.4 ^s	18°13'54"

многократным рассеянием (диффузией) света из областей, не попадающих в тень Луны в данный момент. Этот же свет создает явление “заревого кольца”.

7. Далекая сверхновая (практический тур, 11-й класс).

На приведенном снимке участка неба, полученном на фотопластинку в фильтре V, отмечено положение сверхновой II типа (SN). Цифрами обозначены фотометрические стандарты – координаты и блеск звезд даны в таблице. Определите пространственное расстояние между сверхновой и центром галактики, в которой она вспыхнула. Известно, что абсолютная звездная величина данной сверхновой равна –16^m (авторы – А.А. Татарникова, А.М. Татарников).

Решение. Выясним, в какой из двух галактик, представленных на снимке, вспыхнула сверхновая. Речь идет о сверхновой II типа, предшественником которой

К заданию “Далекая сверхновая”.

была массивная молодая звезда. Такие звезды появляются в газопылевых комплексах в дисковой составляющей галактики и за короткое время жизни не успевают покинуть эти области. Следовательно, сверхновая не могла вспыхнуть в галактике, видимой сбоку, так как при этом она оказалась бы очень далеко от галактической плоскости. Значит, она вспыхнула в спиральной галактике, расположенной перпендикулярно галактической плоскости, и находится на ее периферии. Искомое расстояние между сверхновой и центром галактики может послужить хорошей оценкой радиуса самой галактики.

Найдем сначала угловое расстояние α между звездой и центром галактики. Согласно таблице, оно составляет 0.45 от углового расстояния между звездами 2 и 3, которое



равно 298". В итоге сверхновая располагается в 2.25' от центра галактики.

Сравнивая размер изображения сверхновой звезды с размерами изображений звезд с известными величинами, оцениваем видимый блеск сверхновой: 16^m. Исходя из координат звезд, определяем, что участок неба находится в созвездии Льва, вдали от Млечного Пути, и межзвездным поглощением можно пренебречь. Это позволяет найти рас-

стояние до сверхновой и галактики в парсеках:

$$\lg r = 1 + \frac{m - M}{5}.$$

Расстояние до сверхновой получается равным 25 Мпк. При таких расстояниях еще не нужно учитывать космологические эффекты. Умножая его на угол α в радианной мере, получаем искомое расстояние между сверхновой и центром галактики: 16 кпк.

О.С. УГОЛЬНИКОВ,
кандидат физико-математических наук

Информация

Замедление Северо-Атлантического течения

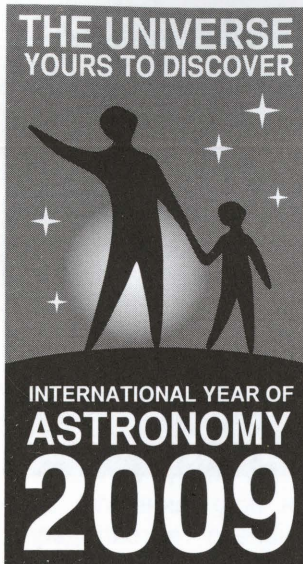
Группа исследователей из Британского национального океанографического центра в Саутгемптоне установила, что в последние годы, когда отмечается глобальное потепление на Земле, мощность теплого

течения Гольфстрим, не без основания называемого “печкой” Европы, ослабевает. Не менее чем на 30% она уменьшилась по сравнению с аналогичными измерениями, проводившимися в 1957, 1981 и 1992 гг. Океанолог Гарри Брайтон установил это, выполнив инструментальные исследования переноса вод Атлантики в районе между Канарскими и Багамскими островами. Результаты измерений подтверждены американским

Национальным управлением по океану и атмосфере (NOAA).

Замедление течения приводит к ослаблению переноса тепла и похолоданию. Оно не очень заметно, потому что его перекрывает эффект глобального потепления. Аналогичные явления наблюдались, например, в конце Ледникового периода, 12 тыс. лет назад, а также в XV-XIX вв., “малый ледниковый период”, когда в Лондоне замерзала Темза.

Время, UT	Звездная величина Солнца/короны	Яркость фона неба, m	Разность, m
10.40	-22.85	7.14	29.99
10.41	-22.42	7.39	29.81
10.42	-21.79	7.83	29.62
10.43	-20.61	8.09	28.70
10.44	-12.7	12.55	25.25
10.45	-12.7	12.40	25.1



Уровень астрономических знаний в обществе

С.А. ЯЗЕВ,
кандидат физико-математических наук
Е.С. КОМАРОВА
Астрономическая обсерватория ИГУ

ГЕОЦЕНТРИЗМ XXI ВЕКА

Согласно формальным данным, подавляющее большинство граждан России неплохо знают астрономию. Когда астрономия входила в аттестат о среднем образовании, отметка по этому предмету крайне редко была ниже четверки. Действительно ли это так? Характерен ли для нашей страны высокий уровень астрономической грамотности?

Постараемся ответить на эти вопросы. Выбор момента для такого анализа, видимо, вполне оправдан: 2009 год объявлен ООН и ЮНЕСКО Международным годом астрономии. Именно к этому времени курс астрономии впервые перестал быть обязательным в российских школах! Тенденция к сокращению

астрономической компоненты в школьном образовании наблюдалась в нашей стране уже давно и пришла, наконец, к своему логическому завершению.

Опросы населения, касающиеся астрономической грамотности, насколько известно авторам, в России не проводились. В качестве исключения можно назвать опрос, проведенный ВЦИОМ весной 2007 г., когда среди 13 вопросов, касающихся научной тематики, было предложено два вопроса, имеющих отношение к астрономии (Земля и Вселенная, 2007, № 5, с. 71). Предлагалось ответить, верными ли являются утверждения "Солнце вращается вокруг Земли" и "Земля совершает один оборот вокруг Солнца за один месяц". На вопросы от-

ветили 1600 человек из 153 населенных пунктов в 46 областях, краях и республиках России. 28% согласились с первым утверждением, 61% – со вторым, затруднились ответить соответственно 5 и 25% опрошенных. Таким образом, треть опрошенных оказались геоцентристами. Результаты опроса активно обсуждались в Интернете, и высказывалось, в частности, мнение, что отвечавшие просто издевались. Однако аналогичные результаты были получены и в ходе опроса европейских граждан. 29% опрошенных считали, что Солнце вращается вокруг Земли, 4% ответили "не знаю", дав в сумме ту же треть от выборки...

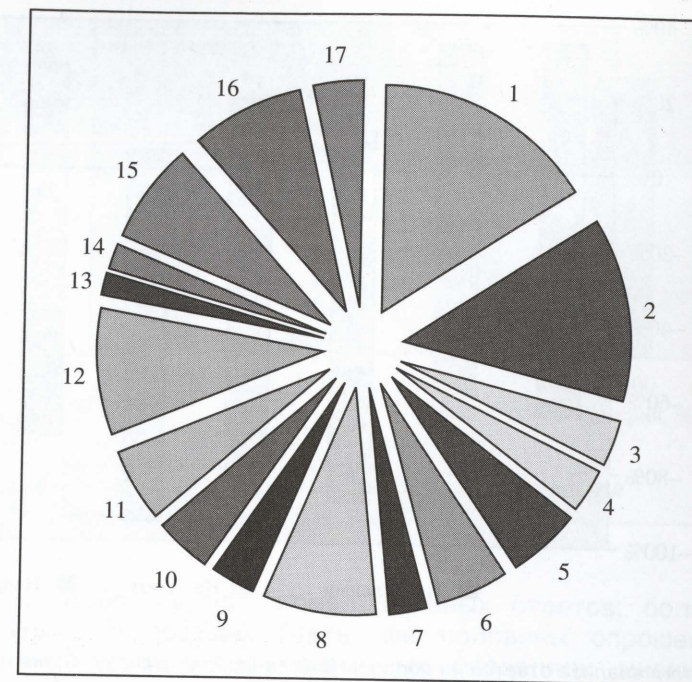
Служба Гэллага давала те же вопросы жителям США (1999),

Германии и Великобритании (1996). Итоги были столь же плачевны: соответственно 18, 16 и 19% позиционировали себя как геоцентристы. Судя по всему, это все-таки не шутка: люди действительно так думают либо, что более вероятно, совсем не думают на эту тему.

Приведем дополнительные данные, характеризующие мировоззрение опрошенных. На вопрос ВЦИОМ "Во что или в кого Вы верите?" в 2007 г. только 18% ответили "не верю ни в какие сверхъестественные силы и явления". Среди отвечавших 52% верят в бога, 7% – в НЛО и инопланетян, 10% – в гороскопы, 9% – в колдовство и магию. Россияне в этом не уникальны. В 2003 г. 34% американцев считали реальностью привидения и "летающие тарелки". В 2006 г. 40% немцев были уверены, что Землю постоянно посещают инопланетяне.

ИТОГИ НОВОГО ОПРОСА

В начале 2009 г. в астрономической обсерватории Иркутского государственного университета (ИГУ) была разработана анкета, касающаяся ключевых астрономических представлений. Опросили 554 человека. В их число попали студенты очных отделений четырех иркутских вузов – ИГУ, Байкаль-



Категории опрошенных (в скобках число опрошенных): 1 – юристы ИГУ (88), 2 – физики ИГУ и ИГПУ (72), 3 – факультет коммерции БГУЭП (19), 4 – информационные системы БГУЭП (16), 5 – журналисты ИГУ и БГУЭП (29), 6 – налоговики БГУЭП (28), 7 – географы ИГУ (16), 8 – Восточно-Сибирский институт МВД (44), 9 – слушатели бизнес-школы ИГУ (18), 10 – слушатели отделения религиозоведения ИГУ (23), 11 – экологи ИГПУ (28), 12 – население деревни (50), 13 – факультет физкультуры ИГПУ (9), 14 – автомобилисты ИГПУ (9), 15 – естественно-географический факультет ИГПУ (41), 16 – историки ИГПУ (44), 17 – юристы БГУЭП (20).

ского государственного университета экономики и права (БГУЭП), Восточно-Сибирского института МВД (ВСИ МВД), Иркутского государственного педагогического университета (ИГПУ); студенты, получающие второе высшее образование в ИГУ, а также 50 жителей деревни Чеботариха Куйтунского района Иркутской области в возрасте от 13 до 56 лет. Вопросы **первой группы**

предлагали вспомнить некоторые характерные размеры небесных тел и расстояния до них.

1. Укажите, каковы, по-Вашему, следующие расстояния:

1а – от Земли до Луны,
1б – от Земли до Солнца,

1в – от Земли до ближайших звезд, видимых на ночном небе,

1г – от Земли до ближайшей галактики Туманность Андромеды,



Итоги анализа ответов на вопросы №№ 1а–д, 2а–г. Вверху – доля правильных ответов, внизу – доля неправильных ответов и отказов.

1д – от Земли до самых дальних объектов, которые можно увидеть в телескоп.

2. Как бы Вы в километрах примерно оценили размеры:

2а – Земли,
2б – Луны,
2в – Солнца,
2г – ближайшей звезды, видимой на ночном небе.

От 40% до 60% опрошенных отказались ответить, потому что не знали ответа на эти вопросы. 20–30% дали неправильные ответы, причем разброс мнений был чрезвычайно велик. Ответов, которые можно считать правильными, было немного – от 4% до 35%.

По представлениям отвечавших, размеры не-

бесных тел куда больше, чем на самом деле. Выведенное по полученным ответам среднее значение диаметра Земли составило 107 442 км, Луна немногим меньше – 88 783 км. Средний диаметр Солнца тоже оказался огромным – 124 284 470 км! Впрочем, находились люди, которые считали, что диаметр Солнца – 300 км, а Луны – всего 1 км...

Сильно преувеличены и типичные представления о расстояниях: среднее расстояние от Земли до Луны – более 6 млн км (при минимальном значении 200 км), до Солнца – 214 млн км (при минимальном 600 км).

Вторая группа вопро-

сителей являла степень понимания сущности ряда небесных явлений.

3. Как Вы полагаете, почему Луна, постоянно меняя свой внешний вид, выглядит то как диск, то как серп, то вообще не видна на небе?

4. Из-за чего, с Вашей точки зрения, происходят солнечные и лунные затмения?

5. В чем, по-Вашему, состоит главное отличие между звездами и планетами?

6. Почему, по-Вашему, светит Солнце?

7. Что такое, с Вашей точки зрения, солнечная активность?

8а. Как Вы полагаете, влияют ли звезды и другие небесные тела на события на Земле,

несмотря на свою удаленность?

8б. Как бы Вы объяснили ребенку, что такое комета?

9. Известно, что Луна движется вокруг Земли. Как Вы считаете, почему Луна не падает на Землю и не улетает от нее прочь?

10. Как Вы думаете, связано ли состояние невесомости с наличием или отсутствием атмосферы?

11. Как Вы считаете, на каких небесных телах уже побывали люди?

12. Что такое, по-Вашему, черные дыры?

13. Как бы Вы определили, что такое Галактика?

22. Какова, по-Вашему, причина смены времени года на Земле?

Причину феномена фаз Луны правильно указали лишь 26% опрошенных, неверные ответы (как правило, упоминалась тень Земли и даже других планет) составили почти 60%. На вопрос № 4 – о причине солнечных и лунных затмений – получено сравнительно много правильных ответов, но даже в этом случае их было лишь 48%!

Всего 19% верно указали различие между планетами и звездами. Только 34% опрошенных правильно понимают, почему светит Солнце. О солнечной активности кое-что знают 38%. Чуть больше (39%) понимают, что такое комета (боль-



шинство путают кометы с метеорами). Треть анкетированных не смогли ответить на вопрос, почему Луна движется вокруг Земли, не падая и не улетая прочь.

Вопрос № 10 заслуживает особого внимания. Общение со школьниками во время экскурсий, которые проводятся в астрономической обсерватории ИГУ, неожиданно показало, что некоторые из них связывают невесомость с... отсутствием воздуха! Другими словами, мы ходим по земле, не улетая ввысь, только потому, что на нас "давит" сверху атмосфера, причем нередко школьники не понимали, как могли люди ходить по Луне, ведь там нет воздуха и, следовательно, должна быть невесомость. Мы включили этот вопрос в анкету и получили неожиданно большое число непра-

вильных ответов: больше половины опрошенных разделяли мнение упомянутых школьников. Это означает, что целые разделы курса физики остаются абсолютно не усвоенными.

Рекордным по числу правильных ответов стал вопрос о небесных телах, где побывали люди (№ 11). Тем не менее около 20% ответивших отсылали людей на Марс, Венеру и даже Нептун, а многие (спасибо СМИ!) не верят, что люди были на Луне.

О черных дырах (вопрос № 12) ничего не знали или неверно их интерпретировали 82% опрошенных. Для многих это некие таинственные отверстия, куда "засасывается все". Велика доля людей, которые путают черные дыры с озоновыми.

Только 46% опрошенных правильно ответили,



Пятиклассницы с интересом рассматривают фрагмент Сихотэ-Алинского метеорита. Астрономический зал астрономической обсерватории ИГУ.

что такое галактика. Для многих это просто синоним понятия "Вселенная". Но рекордсменом по числу неверных ответов был вопрос № 22 – о причинах смены времен года. Более 70% ответивших уверены, что все дело в эллиптичности земной орбиты: когда мы ближе подлетаем к Солнцу, тогда и лето...

Еще одна серия вопросов позволила выявить типичные представления об устройстве Вселенной и процессах, происходя-

щих в ней. 82% отвечающих сочли, что небесные тела влияют на события на Земле. Многие упоминали приливы и отливы, но около половины имели в виду астрологическое влияние. Большинство анкетированных считает, что Вселенная развивается со временем. Вопрос "Как Вы считаете, было ли начало у Вселенной?" вызвал наибольшее затруднение: 38% не смогли ответить на него сколько-нибудь определенно. Большинство ответивших считает, что Вселенная бесконечна и населена разумными существами. Интересно, что больше всего полагающих земной разум уникальным нашлось среди слушателей отделения

религиоведения, включая пять православных священников: представления об уникальности земной цивилизации проявились у них в наибольшей степени.

Почти 70% сочли космос источником опасности для Земли. Любопытно, что эта угроза не воспринимается как смертельная: на вопрос о том, с чем ассоциируется понятие "конец света", поступило много разных ответов, но только треть вариантов была связана с космосом. В основном речь шла об экологической катастрофе и войне, то есть причинах вполне антропогенных.

Замечательно, что подавляющее большинство подтвердило: с их точки



зрения, астрономические знания должны входить в культурный багаж современного человека. Больше всего отрицающих этот тезис нашлось в Восточно-Сибирском институте МВД; студенты проявили наихудшие знания и заявили при этом: не знаем и знать не хотим...

Любопытно, что источники информации о Вселенной – учебники и энциклопедии – не пользуются особым пиететом. Доверяют им более чем на две трети всего 43% опрошенных, 35% доверяют примерно наполовину (от 34 до 66%), 8% доверяют меньше чем на треть, 14% затруднились ответить на этот вопрос.

Подводя итоги опроса,

можно констатировать: лишь примерно 30% ответов могут быть условно названы правильными. Остальные ответы либо неверны, либо не даны. Авторы не стали задавать вопрос о том, движется ли Солнце вокруг Земли: рука не поднялась. Несмотря на это, в одной из анкет написано прямо: Солнце и Луна вращаются вокруг нашей планеты...

Ясно, что описанный опрос проведен не строго по правилам, которые обычно используют социологи. Тем не менее, с точки зрения авторов, он показателен и его можно назвать катастрофическим. Есть основания полагать, что опросы студентов в других регионах

С.А. Язев со школьниками во время экскурсии в астрономическом зале астрономической обсерватории ИГУ.

дадут не лучшую картину: Иркутск далеко не худший город в России, судя по показателям сдачи ЕГЭ выпускниками. Астрономия в школах Иркутской области преподавалась вплоть до 2008/09 учебного года, тогда как во многих регионах она исчезла еще раньше. Это означает, что почти все опрошенные нами изучали астрономию в школе, то есть имеют хоть какое-то представление о предмете.

Уничтожение в 2008 г. астрономии в школах

России в ближайшие годы чревато окончательным падением уровня астрономических знаний населения. Если сейчас по уровню выявленных знаний по астрономии мы находимся где-то между XVII в. и XIX в., вскоре мы можем очутиться в V–X вв. Будем надеяться, катастрофа все-таки не произойдет и в обозримом будущем астрономию в школе удастся восстановить.

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ

Катастрофическая (с точки зрения астрономов) картина многим таковой вовсе не кажется. Порассуждаем на тему, почему большинству современных людей не стыдно не знать элементарных вещей, известных человечеству на протяжении многих столетий.

Первая из причин — по-видимому, проявление **новой информационной культуры**. Многие столетия люди, получая образование, запасались знаниями “впрок”. Различные специальности, конечно же, требовали своего набора знаний и навыков, но всегда существовал базовый, который полагалось знать всем. На этом строилась концепция советского школьного образования. Надо сказать, школьный минимум вмещал в себя немало, что и позволяло выпускникам советских школ и вузов неплохо

себя ощущать в сравнении со специалистами во всем мире.

В наше время объем производимых наукой знаний растет по экспоненте, былой минимум существенно изменился: часть его выросла, часть стала неактуальной. Появились и новые отрасли знаний. Старая школа предполагала, что все должны знать, как устроен телевизор, почему светит лампочка, как работает двигатель внутреннего сгорания, как определить широту местности по звездам. Новая же информационная культура предлагает брать знания в Интернете по мере необходимости. К тому же психология общества потребления не требует понимания, на каких принципах работает мобильный телефон или ноутбук. Человек смотрит телевизор, не размышляя о том, насколько сложные технологии использованы для обеспечения этого процесса, насколько велик набор знаний (включая применение закономерностей квантовой механики), которые потребовались, чтобы создать технологию телепередачи либо компьютерной игры. Астрономические знания как не нужные для профессиональной деятельности большинства населения впрок не запасаются...

Причина вторая, с нашей точки зрения,

кроется все-таки в школе. Астрономия, когда ее еще должны были в обязательном порядке преподавать в школе, что уж греха таить, считалась **второстепенным предметом**, ее статус всегда был низким. Один из авторов преподавал по совместительству астрономию в лицеях более 20 лет, и ни разу за это время не было внешних проверок — министерских тестов или городских контрольных. Учителям физики, преподававшим астрономию, никогда не хватало часов на свой основной предмет — это отдельная столь же печальная тема. Поэтому не секрет, что в ряде случаев на занятиях, выделенных под астрономию, изучалась физика, а школьники писали рефераты, как бы самостоятельно изучая астрономию. Оценки за рефераты обычно ставились хорошие, хотя знаний от этого не прибавлялось. В прежние годы, когда при поступлении в вуз был важен средний балл аттестата, астрономия числилась во второстепенных предметах, по которым ставилась хорошая отметка: никто никогда не проверит, все равно больше не пригодится...

Есть и еще фактор, связанный со школьными реалиями. В 11-м классе никогда не используется полное количество часов, выделяемых на изучение астрономии!

Часть часов попадает на праздники, часть — на многочисленные итоговые контрольные по “главным” предметам. В мае, а порой и в апреле в 11-м классе никто практически не учится: идет повторение и подготовка к “главным” экзаменам. В 2008 г. первый выпускной экзамен состоялся уже 19 мая! Для курса астрономии, рассчитанного на один час в неделю, такая потеря часов оказывается весьма существенной.

Учителя вынуждены заполнять классные журналы, вписывая несуществующие (сорванные по разным причинам) уроки. Даже честный учитель, готовый обучать выпускников астрономии вплоть до последнего звонка, в большинстве случаев не успевал полностью изложить содержание всего учебника: реальное число учебных часов вместо плановых 34 сводилось (в лучшем случае!) к 25. В результате последние параграфы учебника астрономии, посвященные космогонии и космологии, практически **никогда не изучались**, потому что просто не хватало времени. Поэтому среди опрошенных немало людей, которые, например, только из телевизионных передач узнали о Большом взрыве, а ведь почти у всех в аттестате были хорошие отметки по астрономии.

Не лишним будет упомянуть, что сохра-

нившиеся с XIX в. основы геоцентрической, по сути сферической, астрономии, в первых параграфах учебников объясняющие, как самостоятельно определять координаты небесных тел (что уже никто давно не делает), быстро убивали изначальный интерес к предмету. А когда дело доходило до изучения природы небесных тел, наступала пора учить билеты по математике и русскому языку к выпускным экзаменам и отрабатывать приемы сдачи тестов ЕГЭ — тут уже не до астрономии, которая выглядела все более ненужной на фоне стремительного роста актуальности прагматической задачи поступить в вуз.

Пусть не обижаются учителя, преподававшие астрономию, но факт остается фактом: они тоже прекрасно осознавали второстепенность своего предмета в средней школе, еще в пединституте почувствовав, что астрономия в школе — не главный предмет. Анализ многолетних результатов школьных олимпиад по астрономии в Иркутске и Иркутской области показал: уровень астрономических знаний на 90% зависит от личности учителя. Много лет на городских и областных олимпиадах по астрономии состязались ученики нескольких школ и лицеев. Учителя, подготовившие

победителей, хорошо известны в каждом городе. Уровень остальных участников олимпиад был значительно ниже: крайне редко попадались дети-самородки, занимавшиеся самостоятельно.

Все вышесказанное приводит к печальному выводу: в последние годы в отечественной школе астрономию преподавали плохо. Это не мешало отдельным учащимся, с которыми работали отдельные блестящие педагоги, блистать на российских и международных олимпиадах по астрономии. Однако средний уровень был уже давно невысок и постепенно понижался. Руководители отечественного образования, которые, согласно теории вероятности, скорее всего, тоже плохо изучали астрономию и сохранили о ней не лучшие воспоминания, вместо исправления ситуации с астрономией решили вопрос радикально. Нет предмета — нет проблемы.

Третья причина, судя по всему, связана с тем, что многие считают: **астрономические знания им не нужны**. С их точки зрения, процессы и явления в современном мире людей никак не связаны с астрономией. Человек принимает как данность смену времен года и фаз Луны, восходы и заходы Солнца, не вникая в причины происходящего — так же, как он не

вникает в тонкости технологии электрификации или отопления города. Постепенно исчезла объяснительная мотивация познания мира: в урбанизированных поселениях звезды не видны, на небо никто не смотрит, и небесные светила, Млечный Путь превращаются в нечто абстрактное, ненаблюдаемое (школьники неоднократно задают на экскурсиях вопрос: а что, разве планеты можно увидеть невооруженным глазом?).

Звучал в ответах и мотив сложности астрономии, специфичности ее содержания, далекого от повседневной жизни людей. Тезис о том, что рядовому человеку астрономия не нужна, поскольку не связана с реалиями жизни, оказался достаточно распространенным. И хотя отвечавшие на вопросы анкеты признают, что космос влияет на земные события, это влияние считается, как правило, второстепенным и несущественным. Таким образом, многие люди не чувствуют никакого дискомфорта, имея в голове путаную, противоречивую и неадекватную картину мира либо не имея никакой. Для таких людей космос не существует или существует всего лишь как пассивный задник сцены.

Четвертая причина заключается в следующем. Разумеется, интерес к

устройству окружающего мира, любознательность не уничтожены окончательно стилем жизни современной цивилизации, хотя и несколько подорваны. Но сплошь и рядом оказывается, что **объяснительная функция астрономии в массовом сознании уже выполнена!** На вопросы об устройстве мира быстрее и проще отвечают астрология, уфология, мифы, формируемые СМИ, ненаучные учения. Востребованность ненаучного знания оказывается гораздо большей, чем астрономии: достаточно оценить в любом книжном магазине количество книг по астрономии и по астрологии, магии, оккультным учениям. Сравнение тут явно не в пользу астрономии – как минимум на порядок! Тиражи научно-популярных журналов упали на два порядка по сравнению с советским периодом. Астрология и близкие к ней по идеологии концепции достаточно просты, обходятся декларациями, не требующими доказательств. Научные (доказательные) данные кажутся сложными и скучными и потому остаются невостребованными.

Руководитель ВЦИОМ А. Ослон в 2002 г. писал о феномене “человека наивного”, который лишь в своей профессиональной деятельности ведет себя как “человек спе-

циальный”, пользуясь научной или близкой к ней методологией. В прочих областях знания человек предпочитает не тратить время и другие свои ресурсы на самостоятельное и углубленное освоение информации. “Человек наивный” использует готовые штампы, выводы, доверяя “специалистам” и не вникая глубоко в их доводы. В роли таких специалистов, якобы объясняющих строение Вселенной, как правило, оказываются в лучшем случае представители СМИ, а в худшем – астрологи: их объяснения проще и доступнее, хотя подчас не имеют ничего общего с действительностью.

И, наконец, **пятая причина**. Налицо **быстрое расхождение науки и повседневной жизни в сознании людей**. Наука становится все более сложной, понять смысл и содержание тех или иных исследований (в том числе и астрономических) неспециалистам все труднее. Представители СМИ в большинстве своем не умеют (и не хотят) популярно рассказывать о науке, пояснять, в чем состоит суть той или иной научной проблемы. Современный “клиповый” стиль подачи информации приучает использовать лишь тезисы, заголовки, лозунги, мало кто соглашается читать подробные и не-

простые по содержанию комментарии. Часто журналисты отучают население от серьезной информации, исходя из того, что “эту заумь люди читать и смотреть не будут”. В итоге наука становится все более далекой и непонятной, а в массовом сознании возникает впечатление, что ученые занимаются никому не нужным делом, подчас опасным. Достаточно вспомнить чепуху, которую писали некоторые СМИ о Большом Адронном Коллайдере. Работники бухгалтерии спрашивали у авторов этой статьи, не наступит

ли завтра конец света и не провалится ли Земля в черную дыру, которая получится в результате пуска коллайдера...

К сожалению, наш поверхностный анализ уровня астрономических знаний в современном обществе дает печальные результаты. Преобладают ненаучные, мифологизированные знания, цельная астрономическая картина мира в массовом сознании отсутствует. Это очень плохой симптом: неадекватное восприятие действительности неизбежно приводит к тяжелым последствиям. Такие

последствия – **большая и отдельная тема**. Ограничимся одним примером*: мы имеем в виду недооценку астероидно-кометной опасности в наше время, хотя в последние годы сделано несколько грозных предупреждений. Создается впечатление, что люди, принимающие стратегические решения в области науки и образования, знают астрономию так же, как большинство опрошенных.

* Приведенный пример нуждается в серьезном обосновании и подтверждении.

Информация

Имя Коперника – в таблице Менделеева

В июле нынешнего года в средствах массовой информации появились сообщения о том, что химический элемент 112 (неофициальное название *унунбий*) предлагается называть в честь Николая Коперника. Вкратце история вопроса сводится к следующему.

Впервые этот химический элемент был синтезирован в феврале 1996 г. на ускорителе тяжелых ионов в Институте тяжелых ионов в Дармштадте (Германия). Унунбий получили в результате бомбардировки свинцовой мишени ядрами цинка, период его полураспада – примерно 34 с. Проверкой открытия 112-го

элемента занимались и российские ученые из Объединенного института ядерных исследований в Дубне.

Группа немецких ученых, возглавляемая профессором Зигурдом Хофманом, предложила назвать открытый ими элемент **Коперниций** (Copernicium, Cp), хотя ранее для данного элемента уже предлагалось несколько названий: Висксхаузий, Гельмгольций, Венусий, Фриший, Штрассманий и Гейзенбергий. В июне 2009 г. Международный союз теоретической и прикладной химии официально признал существование 112-го элемента.

Напомним, что в настоящее время известны трансурановые элементы с номерами 113–116 и 118, полученные в Объединенном институте ядерных исследований, но они официально пока не признаны. В 2006 г. было подтверждено открытие

118-го элемента (*унуноктий*), к которому было приковано внимание многих специалистов (Земля и Вселенная, 2007, № 1, с. 106).

В Дубне проводится эксперимент по синтезированию 117-го элемента. Для этой цели в НИИ ядерных реакторов (Ульяновская область) изготовили мишень – небольшой диск (14 см), на котором закреплены элементы из титановой фольги, покрытые берклием. Мишень будут бомбардировать на ускорителе тяжелых ионов ядрами атомов кальция.

В свободном состоянии сверхтяжелые элементы в природе не существуют, поэтому их приходится синтезировать. Сверхтяжелые элементы предполагается использовать для решения задач энергетики, космической техники и медицины.

Е.П. ЛЕВИТАН

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: ноябрь–декабрь 2009 г.

Таблица I

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Ноябрь		
2	19	Полнолуние
3	4	Венера проходит в 3.5° севернее Спика
4	19	Нептун переходит от попятного движения к прямому
5	8	Меркурий в верхнем соединении с Солнцем
7	7	Луна в перигее
7	15	Покрытие звезды δ Близнецов Луной
9	4	Луна проходит в 3° южнее Марса
9	15	Последняя четверть
16	19	Новолуние
17	15	Максимум метеорного потока Леониды
22	19	Луна в апогее
23	19	Луна проходит в 3° севернее Юпитера
24	21	Первая четверть
Декабрь		
2	3	Уран переходит от попятного движения к прямому
2	7	Полнолуние
4	14	Луна в перигее
4	22	Покрытие звезды δ Близнецов Луной
6	23	Луна проходит в 5° южнее Марса
9	0	Последняя четверть
9	19	Венера проходит в 5° севернее Антареса
14	5	Максимум метеорного потока Геминиды
16	12	Новолуние

Таблица I (окончание)

Дата	Время, ч	Событие
18	9	Меркурий в наибольшей восточной элонгации
20	14	Луна в апогее
21	8	Юпитер проходит в 0.5° южнее Нептуна
21	12	Луна проходит в 4° севернее Юпитера
21	15	Марс переходит от прямого движения к попятному
21	17	Зимнее солнцестояние
24	17	Первая четверть
26	6	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
31	19	Полнолуние
31	19	Частное лунное затмение, видимое в России

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

Таблица II

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

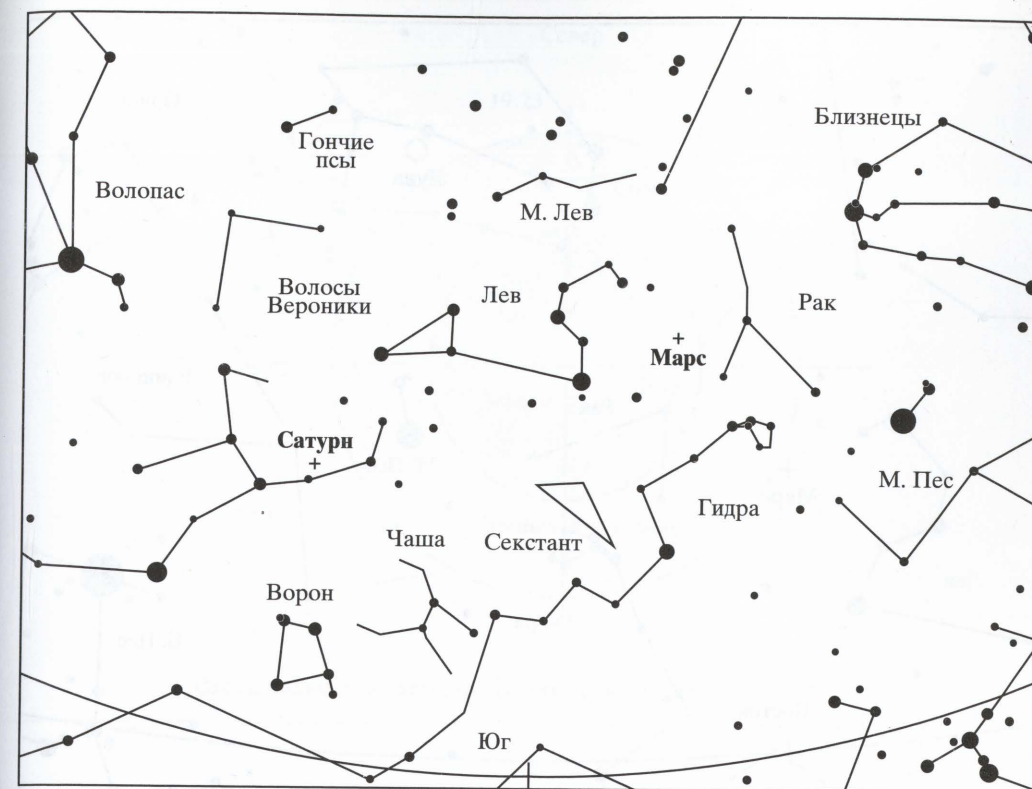
Дата	α		δ		45°		55°		65°	
	ч	мин	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Ноябрь 1	14	25	-14	21	06.39	16.52	07.04	16.27	07.49	15.42
11	15	05	-17	21	06.53	16.39	07.25	16.07	08.23	15.09
21	15	46	-19	52	07.07	16.29	07.44	15.51	08.58	14.37
Декабрь 1	16	28	-21	46	07.19	16.23	08.02	15.40	09.31	14.11
11	17	12	-22	59	07.29	16.21	08.16	15.34	09.58	13.52
21	17	56	-23	26	07.36	16.24	08.24	15.35	10.12	13.48
31	18	40	-23	07	07.40	16.30	08.27	15.43	10.10	14.00

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время захода Солнца 31 декабря 2009 г. в Иркутске (широта 52°17', долгота 6°57'М, часовой пояс 7). Пользуясь таблицей II, интерполируем по широте значение времени захода Солнца на 31 декабря, получаем 15°59'М. Вычтем из него долготу места, прибавим номер часового пояса, один час для учета декретного времени, получаем 17°02'М.

Дата		α		δ		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период
		ч	мин	°	'				45°	55°	65°	
Меркурий												
Ноябрь	1	14	15.0	−12	49	−1.4	4.7	1.00	—	—	—	
	11	15	17.8	−18	40	−1.1	4.6	1.00	—	—	—	
	21	16	22.2	−23	00	−0.7	4.7	0.97	—	—	—	
Декабрь	01	17	28.2	−25	24	−0.5	5.0	0.92	—	—	—	
	11	18	32.9	−25	32	−0.6	5.7	0.80	—	—	—	
	21	19	23.7	−23	26	−0.5	7.1	0.53	0.6	—	—	Вечер
	31	19	24.8	−20	41	2.2	9.3	0.10	—	—	—	
Венера												
Ноябрь	1	13	20.2	−06	50	−3.9	10.5	0.96	1.6	1.8	2.2	Утро
	11	14	07.3	−11	27	−3.9	10.3	0.97	1.4	1.5	1.8	Утро
	21	14	56.0	−15	37	−3.9	10.2	0.98	1.1	1.1	0.8	Утро
Декабрь	01	15	46.6	−19	07	−3.9	10.1	0.99	0.6	—	—	Утро
	11	16	39.2	−21	44	−3.9	10.0	0.99	—	—	—	
	21	17	33.3	−23	18	−3.9	9.9	1.00	—	—	—	
	31	18	28.2	−23	41	−4.0	9.9	1.00	—	—	—	
Марс												
Ноябрь	1	08	39.5	+19	58	0.4	7.9	0.89	7.9	8.9	10.8	Утро
	11	08	56.5	+19	10	0.3	8.5	0.89	8.4	9.5	11.5	Утро
	21	09	10.8	+18	29	0.1	9.1	0.90	9.1	10.2	12.3	Утро
Декабрь	01	09	22.0	+18	02	−0.1	9.9	0.91	9.7	10.9	13.2	Утро
	11	09	29.3	+17	52	−0.3	10.7	0.92	10.4	11.7	14.1	Утро
	21	09	32.2	+18	05	−0.5	11.7	0.94	11.2	12.5	15.0	Утро
	31	09	29.8	+18	43	−0.7	12.6	0.96	12.0	13.3	15.8	Ночь
Юпитер												
Ноябрь	1	21	21.5	−16	32	−2.3	41.3	0.99	6.8	6.7	6.0	Вечер
	11	21	24.6	−16	17	−2.2	40.0	0.99	6.4	6.4	6.0	Вечер
	21	21	28.7	−15	56	−2.2	38.8	0.99	6.0	6.1	5.9	Вечер
Декабрь	01	21	33.9	−15	30	−2.1	37.7	0.99	5.6	5.8	5.8	Вечер
	11	21	40.0	−14	59	−2.1	36.7	0.99	5.1	5.3	5.6	Вечер
	21	21	46.9	−14	23	−2.0	35.8	0.99	4.5	4.8	5.3	Вечер
	31	21	54.4	−13	44	−2.0	35.0	1.00	3.9	4.2	4.7	Вечер
Сатурн												
Ноябрь	1	12	03.7	+01	50	1.1	16.3	1.00	2.9	3.2	3.6	Утро
	11	12	07.5	+01	27	1.1	16.5	1.00	3.7	4.1	4.7	Утро
	21	12	10.9	+01	07	1.0	16.7	1.00	4.5	5.0	5.8	Утро
Декабрь	01	12	13.9	+00	51	1.0	17.0	1.00	5.4	5.9	6.9	Утро
	11	12	16.3	+00	37	1.0	17.2	1.00	6.2	6.8	7.8	Утро
	21	12	18.3	+00	28	0.9	17.5	1.00	6.9	7.5	8.6	Утро
	31	12	19.5	+00	22	0.9	17.8	1.00	7.6	8.2	9.2	Утро

Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени.



Вид южной части звездного неба в Москве 29 ноября 2009 г. в 6^ч 30^м по московскому времени. Отмечено положение Марса и Сатурна.

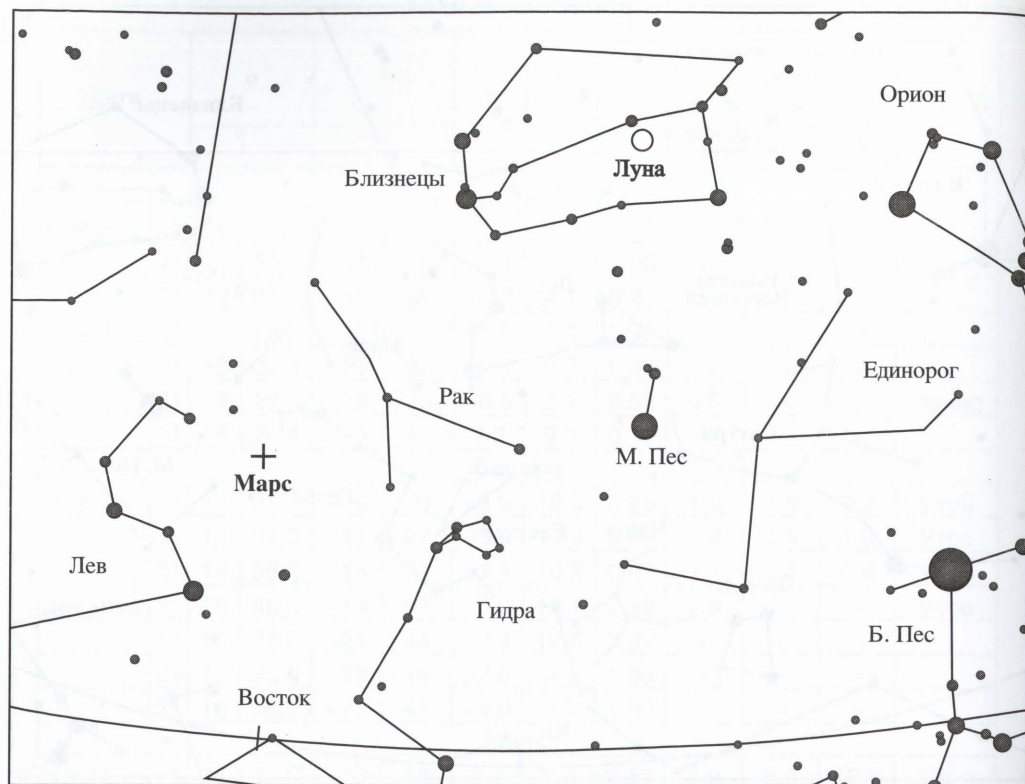
ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Условия видимости **Меркурия** в ноябре–декабре 2009 г. неблагоприятны. 5 ноября, находясь в верхнем соединении, планета на 13.5 ч скроется непосредственно за солнечным диском. Но в отличие от прохождения Меркурия по диску Солнца, это явление наблюдать любительскими средствами фактически невозможно. (Ближайшая возможность увидеть Меркурий на фоне дневного светила представится лишь 9 мая 2016 г.) После соединения планета постепенно обгоняет Солнце на небесной сфере, и в 20-х числах декабря Меркурий можно попытаться увидеть на юге России невысоко над

юго-западной частью горизонта сразу после захода Солнца.

В ноябре завершится период утренней видимости **Венеры**. Планета видна непродолжительное время перед восходом Солнца на фоне зари. 3 ноября планета сближается со звездой α Девы (1.0^m), а 20 ноября со звездой α Весов (2.8^m), после чего скрывается от глаз наблюдателей.

Еще до полуночи восходит **Марс**. Эта планета приближается к Земле, в течение двух месяцев ее яркость возрастет почти в 3 раза, и к концу года Марс станет одним из самых ярких объектов на ночном небе. В ноябре планета медленно перемещается по созвездию Рака и 1 декабря перейдет



Вид восточной части звездного неба в Москве 31 декабря 2009 г. в 22^ч по московскому времени. Отмечено положение Луны и Марса.

в созвездие Льва. Увеличивается угловой размер планеты, что позволит увидеть в любительские телескопы детали на поверхности Марса.

Ярчайшим объектом на вечернем небе станет **Юпитер**. Планета-гигант перемещается попятно по восточной части созвездия Козерога. В телескоп видны детали облачного покрова планеты, а также ее галилеевы спутники.

Улучшаются условия утренней видимости **Сатурна**. Если в начале ноября его можно наблюдать невысоко над восточной частью горизонта перед восходом Солнца, то уже в конце декабря планета восходит над горизонтом около полуночи, поднимаясь к утру высоко над южным горизонтом. На небесной

сфере Сатурн медленно перемещается по западной части созвездия Девы. По яркости он сравним со звездой Спика. В конце года Сатурн сближается до 1° со звездой η Девы (3.9^m).

ЗАТМЕНИЕ

В новогоднюю ночь состоится частное лунное затмение с небольшой фазой (0.08). Край земной тени заденет окрестности южного полюса Луны. Для наблюдателя на Земле южное полушарие Луны станет темнее своего обычного состояния, а яркость северного практически не изменится. Теневое затмение начнется в 18^ч51^m и завершится в 19^ч54^m Всемирного времени.

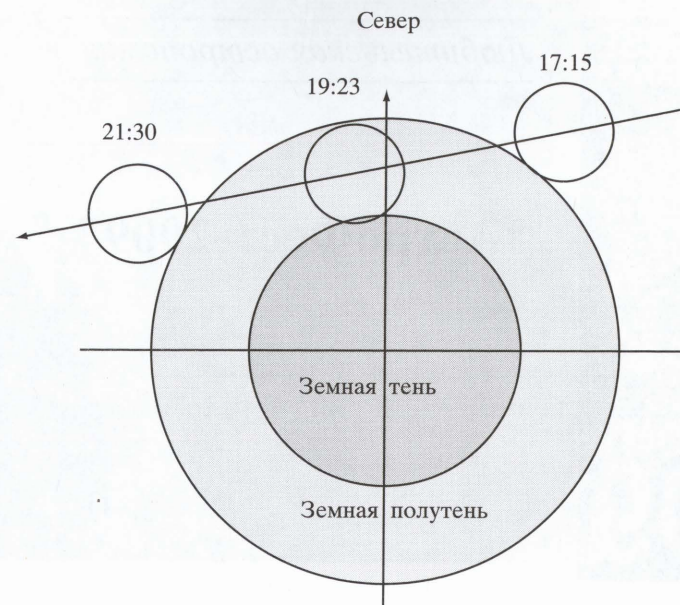


Схема видимости частного лунного затмения 31 декабря 2009 г.

ПОКРЫТИЯ

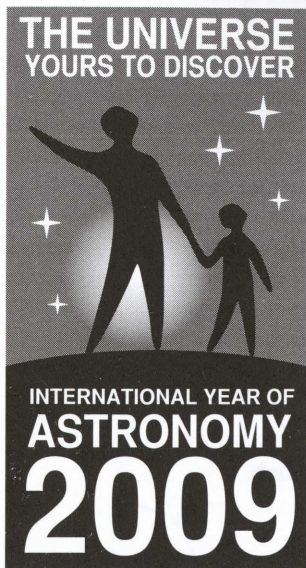
В ноябре–декабре 2009 г. произойдут два покрытия звезды δ Близнецов (3.5^m), видимые с территории нашей страны. 7 ноября явление будет наблюдаться в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке России, а в ночь на 5 декабря шанс увидеть покрытие представится жителям европейской части России.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

В ночь на 18 ноября ожидается максимум метеорного потока Леониды (с радиантом в созвездии Льва).

Его активность меняется каждый год, иногда случаются “звездные ливни”. По прогнозам, в этом году за час можно будет увидеть около сотни метеоров. Но возможны сюрпризы. 14 декабря состоится максимум метеорного потока Геминиды. Его активность более стабильна, во время максимума активности за час наблюдается до 120 метеоров. Отметим, что оба метеорных потока лучше видны под утро. Луна будет близка к новолунию и не должна помешать наблюдениям.

Д.А. Чулков
ГАИШ МГУ



“АстроФест-2009”

24–26 апреля 2009 г. состоялся XI “АстроФест” – очередной все-российский фестиваль любительской астрономии и телескопостроения. Этот год замечателен тем, что Организация Объединенных Наций объявила его Международным годом астрономии (Земля и Вселенная, 2009, № 1). В 2009 г. Фестиваль проходил в пансионате “Клязьма”, расположенном на берегу Клязьминского водохранилища, а в прошлом году – недалеко от г. Пушкино, на базе оздоровительного лагеря “Орленок” (Земля и Вселенная, 2008, № 5). На XI “АстроФест” приехало более тысячи человек, увлеченных астрономией и строительством телескопов, на нем было представлено около 200 телескопов – самодельных и промышленного

производства, прочитано более 30 докладов.

После успешного проведения первых фестивалей под эгидой Московского астрономического клуба и увеличения числа его участников назрел вопрос об организации “АстроФеста”



А.М. Черепашук приветствует участников “АстроФеста”. Фото В.И. Щивьёва.

на профессиональной основе. С этой целью была создана компания “АстроФест”, которую возглавил А.Ю. Остапенко.

Открытие “АстроФеста-2009” состоялось 25 апреля 2009 г. в конференц-зале пансионата. С приветствием к участникам обратились организатор Фестиваля **А.Ю. Остапенко**, гости “АстроФеста-2009” директор ГАИШ МГУ академик **А.М. Черепашук**, заместитель главного редактора журнала “Земля и Вселенная” доктор педагогических наук **Е.П. Левитан**.

На церемонии открытия Фестиваля известный любитель астрономии **Т.В. Крячко** торжественно вручил **Леониду Леонидовичу Сикоруку**, внесшему огромный вклад в развитие любительского телескопостроения, сви-



А.Ю. Остапенко показывает свидетельство МАС о присвоении имени *Sikoruk* малой планете № 8561. Слева – виновник торжества Л.Л. Сикорук, в центре снимка – первооткрыватель астероида Т.В. Крячко. Фото В.И. Щивьёва.

детельство (Minor Planet Circular № 65121, 2009) о присвоении Международным астрономическим союзом (МАС) астероиду № 8561 имени *Sikoruk*. Т.В. Крячко открыл эту малую планету 26 сентября 1995 г. на кавказской горной станции Казанского государственного университета. 9 февраля 2009 г. Комитет по наименованию малых тел Солнечной системы МАС зарегистрировал малую планету *Sikoruk*.

Гости “АстроФеста-2009” сделали свои доклады по волнующим вопросам астрофизики, преподавания астрономии, о Московском планетарии. А.М. Черепашук выступил с очень интересным докладом “Чер-

ные дыры и новые формы материи”. Е.П. Левитан посвятил свой доклад “Важная миссия любительской астрономии”



Е.П. Левитан призвал любителей астрономии широко популяризовать любимую ими науку. Фото А.В. Павлова.

проблемам популяризации астрономии и преподаванию астрономии в российских школах. По его мнению, каждый любитель астрономии должен быть ее пропагандистом и популяризатором. Сотрудник Московского планетария **С.В. Широков** в докладе “Московский планетарий: сегодня и завтра” рассказал об истории развития, современном состоянии и перспективах открытия столичного планетария. С докладом “Галактическое краеведение” выступил доктор физико-математических наук **Д.З. Виб**. Кандидат педагогических наук **Л.Л. Сикорук** сообщил о проекте создания обсерватории и планетария в

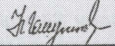
ДИПЛОМ

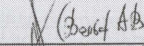
III степени

ЗАРЯ-2008

www.astrotop.ru

Настоящим свидетельствует о том, что сайт
Сайт журнала "Земля и Вселенная" –
<http://earth-and-universe.narod.ru/>
занял 5-е место в номинации
«Открытие года (лучший сайт-новичок года)»
конкурса «Звёзды АстроРунета и Я – 2008»

 (Гомулина Н.Н.)
(Координатор проекта "Астротоп")

 (Вольф А.В.)
(Администратор конкурса "ЗАРЯ")

Диплом журнала "Земля и Вселенная" – лауреата конкурса астрономических интернет-сайтов "ЗАРЯ-2008".

Новосибирске. Доктор физико-математических наук **О.Ю. Малков** информировал о проведении в России Международного года астрономии и подвел итоги опроса ученых по поводу будущего астрономии.

На Фестивале были награждены победители конкурса "ЗАРЯ-2008", создавшие лучшие интернет-сайты по астрономии и космонавтике. Среди призеров – созданный в июле 2008 г. новый сайт журнала "Земля и Вселенная" ([http://earth-](http://earth-and-universe.narod.ru/)

[and-universe.narod.ru](http://earth-and-universe.narod.ru/)), который сделал и ведет автор статьи. Этот интернет-сайт награжден дипломом III степени в номинации "Открытие года (лучший сайт-новичок года)". Один из учредителей конкурса "ЗАРЯ-2008" и ведущий интернет-сайта "Астротоп" кандидат физико-математических наук **В.А. Самодуров** выступил с докладом "Астрономия и Интернет. Итоги развития АстроРунета в 2008 г.", а затем вручил дипломы и подарки победителям конкурса.

По традиции в тот же день были проведены конкурсы:

"Любительская астрофотография", в номи-

нации "Дальний космос" победил **В. Рубцов** (Москва), в номинации "Солнечная система", как и в прошлом году, – **Д. Маколкин** (Москва); "Лучший самодельный телескоп", победил **С. Казаков** (Санкт-Петербург).

Призом "Зрительская симпатия" награжден **И. Чекалин** (Таганрог).

Партнер Фестиваля Новосибирский приборостроительный завод организовал свой традиционный конкурс "Снято на ТАЛе". Победителями этого конкурса стали **Д. Маколкин** (Москва), **Е. Жуков** (Набережные Челны) и **П. Бахтинов** (Самара).

Вечером 25 апреля



Площадка с промышленными и самодельными телескопами участников "АстроФеста". Фото С.А. Герасютина.

прошел концерт любителя астрономии и музыканта **А. Климовского** (Москва), погруживший слушателей в волшебный мир космической электронной музыки.

В тот же вечер прозвучали новые музыкальные композиции активного наблюдателя переменных звезд **И. Брюханова** (Минск).

Благоприятная погода позволила провести наблюдения в дни "АстроФеста" в телескопы, привезенные участниками Фестиваля. Днем наблюдали Солнце в

специальные телескопы с H_{α} -фильтром. Ночью можно было оценить качество промышленных и самодельных телескопов, наблюдая объекты звездного неба.

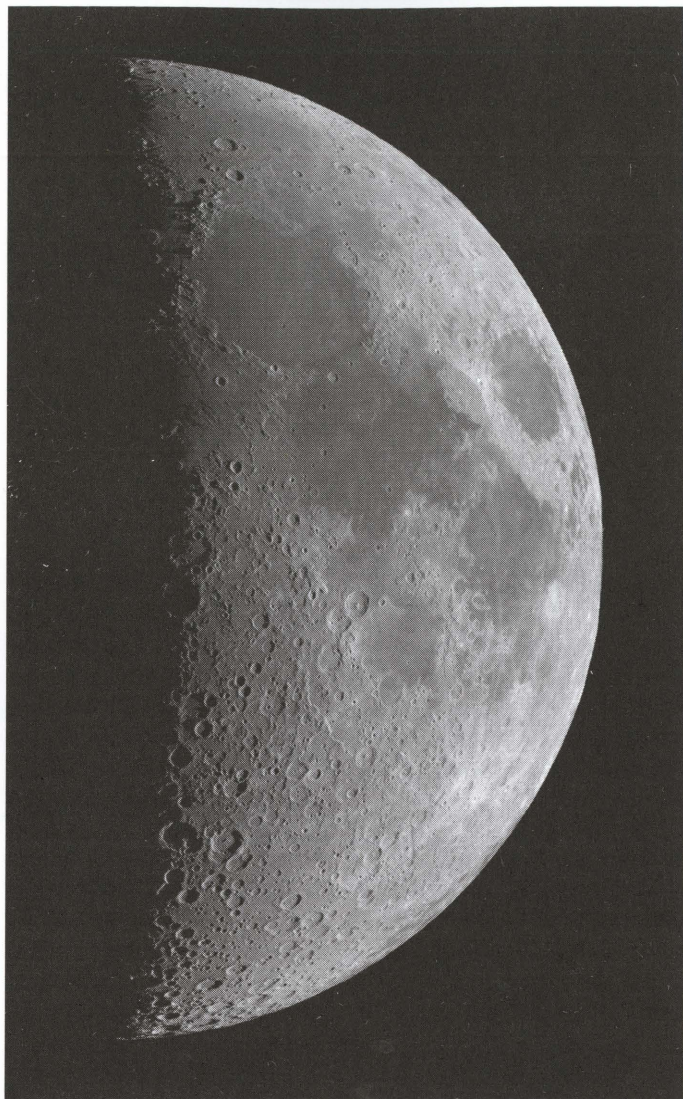
Днем 26 апреля на "АстроФесте" на мини-конференциях "Научная работа любителей астрономии" участники выступили с докладами на различные темы, например:

– "Обзорно-поисковые программы с малыми объективами" (**С. Короткий**, Москва);

– "Полное солнечное затмение как модель конвективной ячейки (мезоциклон)" (**Е. Цимеринов**, Москва);



Призер конкурса телескопов **С. Казаков** у своего телескопа (система Ричи – Кретьена, диаметр зеркала – 465 мм, фокусное расстояние – 4101.4 мм, диаметр вторичного зеркала – 150 мм). Фото В.И. Щивьёва.



Снимок Луны, полученный Д. Маколкиным. Это мозаичное изображение из 350 кадров, сделанных 3 марта 2009 г. с помощью телескопа ТАЛ-250К, красного фильтра и ПЗС-камеры DMK31.

ведения и прогнозирование блеска комет” (А. Новичонок, Кондопога);

– “Визуальные наблюдения метеоров и исследования метеорных потоков” (И. Брюханов, Минск);

– “Методика открытия астероидов” (С. Короткий, Москва).

Движение “АстроФеста” с каждым годом становится все более массовым и организованным. Теперь уже во многих городах СНГ любители астрономии объединяются в клубы. Об этом рассказывали на “АстроФесте” любители астрономии в своих выступлениях “Астрономия в...”:

– “... в Западной Сибири” (Л. Титов, Новосибирск);

– “... на Украине” (Т. Ткаченко, Киев);

– “... в Казахстане” (М. Кругов, Алма-Ата);

– “... в Москве” (А. Алешин, Москва);

– “... в Карелии” (А. Новичонок, Кондопога);

– “... в Белоруссии” (А. Ткаченко, Минск).

Надо сказать, что кроме “АстроФеста” существуют и другие проекты по развитию любительской астрономии. Назовем некоторые из них:

– “Protometrica” – поиск и изучение переменных звезд в вашем браузере” (А. Сафонов, Москва);

– “Возможности сотрудничества и наблюдений переменных звезд в XXI веке” (И. Брюханов, Минск);

– “Опыт использования удаленной обсерватории АСТРОТЕЛ-Кавказ”

(Т. Крячко, г. Реутов, Московская область);

– “Пулковская кооперация оптических наблюдателей” (И. Молотов, Санкт-Петербург);

– “Программа “Ураган”: оповещение, наблюдение и изучение опасных явлений природы” (А. Сафонов, Москва);

– “Типы кометного по-

– “Южные ночи” – международный слет любителей астрономии, проходящий в Крыму и Крымской астрофизической обсерватории;

– “Астрономия на Канарах” – небольшие экспедиции на Канарские острова для проведения наблюдений в условиях наилучшего астроклимата;

– “Затмение” – экспедиции для наблюдений полных солнечных затмений;

– “СибАстроФорум” – мероприятие, проводимое совместно с Новосибирским приборостроительным заводом для любителей астрономии Сибири и восточных регионов России.

Уровень любительской наблюдательной астрономии с каждым годом повышается, осваиваются новые технологии, появляются более совершенные фотокамеры и приборы. Все чаще имен-

но любители открывают астероиды и переменные звезды, публикуют результаты своей работы в профессиональных специализированных астрономических изданиях. Поэтому столь важны такие фестивали, как “АстроФест”.

В.И. ЦИВЬЁВ
г. Железнодорожный
(Московская обл.)

Фотографируют любители астрономии

Фотография туманности Северная Америка

Моя фотография фрагмента туманности Северная Америка (NGC 7000) заняла первое место в номинации “Дальний космос” конкурса “Любительская астрономическая фотография” на “АстроФесте-2009” (см. стр. 4 обложки).

При съемке этого объекта я использовал телескоп “Сантел МСТ-180”

(апертура – 180 мм, F = 1800 мм), астрономическую камеру SBIG STL-11000 с охлаждаемой ПЗС-матрицей и монтировку EQ-6 Pro SyncScan. Астрофотографию я сделал на дачном участке в Чеховском районе Московской области. Для того чтобы компенсировать суточное вращение Земли, телескоп я уста-

новил на специальном механизме (монтажке), который поворачивает его в сторону, противоположную вращению небосвода. Это позволяет длительное время удерживать фотографируемый объект в поле зрения камеры. Механизм поворачивает телескоп с погрешностью менее 15”. Однако и такой точ-

ности недостаточно для съемки, потому что уже при экспозициях более 30" изображение звезд смазывается. При фотографировании с более длительными выдержками необходимо гидирование, для чего в камере имеются две ПЗС-матрицы: основная (размер 24 × 36 мм) и гидирующая (размер 4 × 5 мм), расположенная на краю поля зрения. Основная ПЗС-матрица используется для съемки с длительными выдержками (до нескольких десятков минут). Гидирующая ПЗС-матрица с частотой 1 кадр в секунду получает изображение опорной звезды. Информация от гидирующей ПЗС-матрицы поступает в компьютер. При отклонении изображения опорной звезды от заданного положения компьютер корректирует движение механизма, вращающего телескоп. В результате удается снизить погрешность ведения телескопа до 1.5–2". Чтобы уменьшить влияние засветки неба при съемке в Под-

московье, я применил узкополосные фильтры. Каждый из них пропускает свет только той длины волны, на которой излучают ионизованные атомы туманности: водород (HII), кислород (OIII) и сера (SII). Излучение остальных химических элементов в оптическом диапазоне очень слабое из-за их малой концентрации. Через каждый фильтр снято по несколько десятков кадров: фильтр SII – 74 кадра по 30 мин, фильтр HII – 27 кадров по 30 мин, фильтр OIII – 35 кадров по 30 мин. Съемка проводилась 18 ночей в августе, сентябре и октябре 2008 г. (общее время экспозиции – 68 ч!).

На первом этапе я проводил калибровку, вычитая из каждого кадра "темновой" кадр. Последний получался на той же камере, при той же температуре и с тем же временем экспозиции, но при закрытом затворе. "Темновой" кадр содержит шумы, порождаемые электроникой камеры. Вычитание "тем-

нового" кадра позволяет снизить уровень шумов. Кроме того, каждый кадр корректируется с учетом неравномерности пропускания света оптической системой телескопа. Для этого используется кадр "плоского поля", который получают, снимая через телескоп равномерно освещенную белую поверхность. На втором этапе откалиброванные кадры совмещались друг с другом по звездам. Затем кадры, полученные через каждый из фильтров, складывались. Сложение большого числа кадров позволяет повысить яркость фотографируемого объекта по сравнению с уровнем шума. Получаются черно-белые кадры, а если требуется цветное изображение, снятое в разных фильтрах, кадры окрашиваются в зависимости от цвета фильтра. Затем окрашенные кадры складываются в единое цветное изображение.

*В.И. РУБЦОВ,
Московский астрономический клуб*

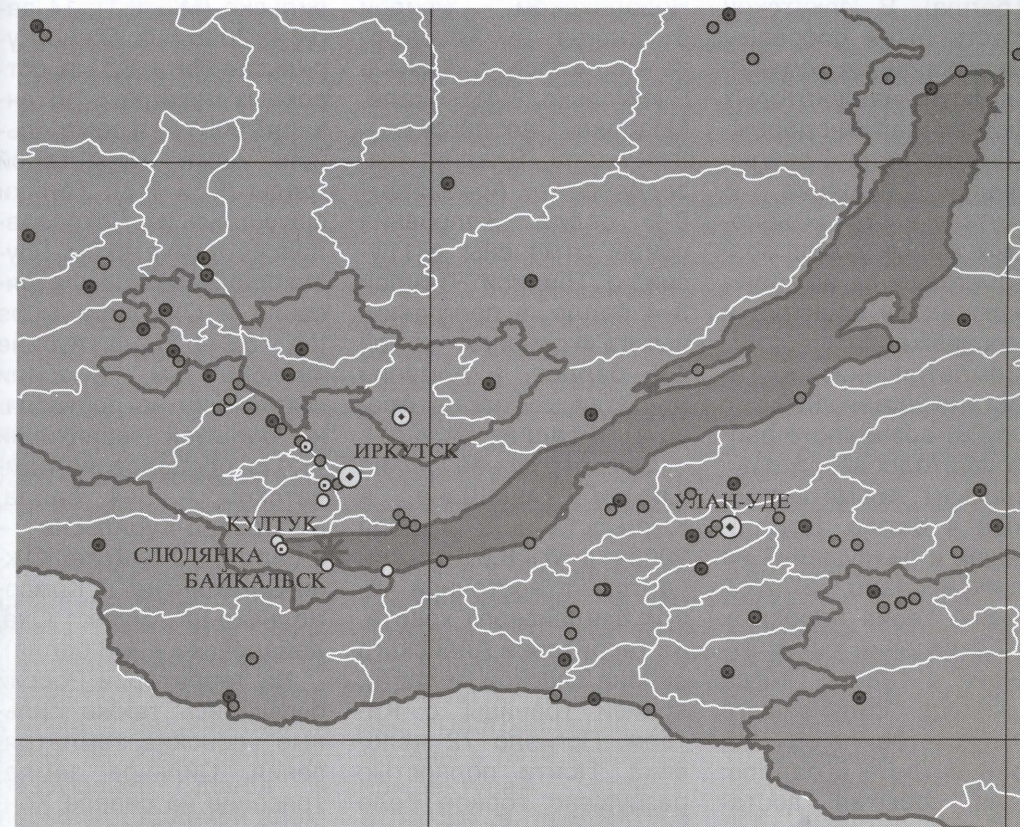
Более четырех тысяч землетрясений за год (май 2008 г. – май 2009 г.)

С момента катастрофического землетрясения 12 мая 2008 г. в китайской провинции Сычуань до 20 мая 2009 г. в

Геофизической службе (ГС) РАН в срочном режиме обработано более 4.3 тыс. землетрясений. Из них четырнадцать

имели магнитуду $M > 7.0$. Назовем наиболее сильные из них.

Землетрясение на Байкале 27 августа 2008 г. с



Эпицентр землетрясения на Байкале 27 августа 2008 г. (звездочка) и населенные пункты вокруг Байкала.

магнитудой $M = 6.1$, эпицентр которого находился в южной части озера Байкал на глубине 20 км, в 15 км к северу от г. Байкальска, в 70 км к югу от Иркутска. Сотрясение земной коры возникло в сейсмоактивном районе Прибайкалья, в тектонической зоне на юго-западном окончании Приморского хребта, где исторически известны землетрясения с магнитудой более 6.5. Оно ощущалось на обширной территории – от Байкальска (силой 8 баллов) до Читы и Красноярска (2 балла). В Иркутской области были оборваны электропровода и смещено полотно на некоторых участках железнодорожной магистрали в районе станции Слюдянка. В Иркутске в стенах некоторых жилых домов возникли трещины, на время отключалось электро- и водоснабжение.

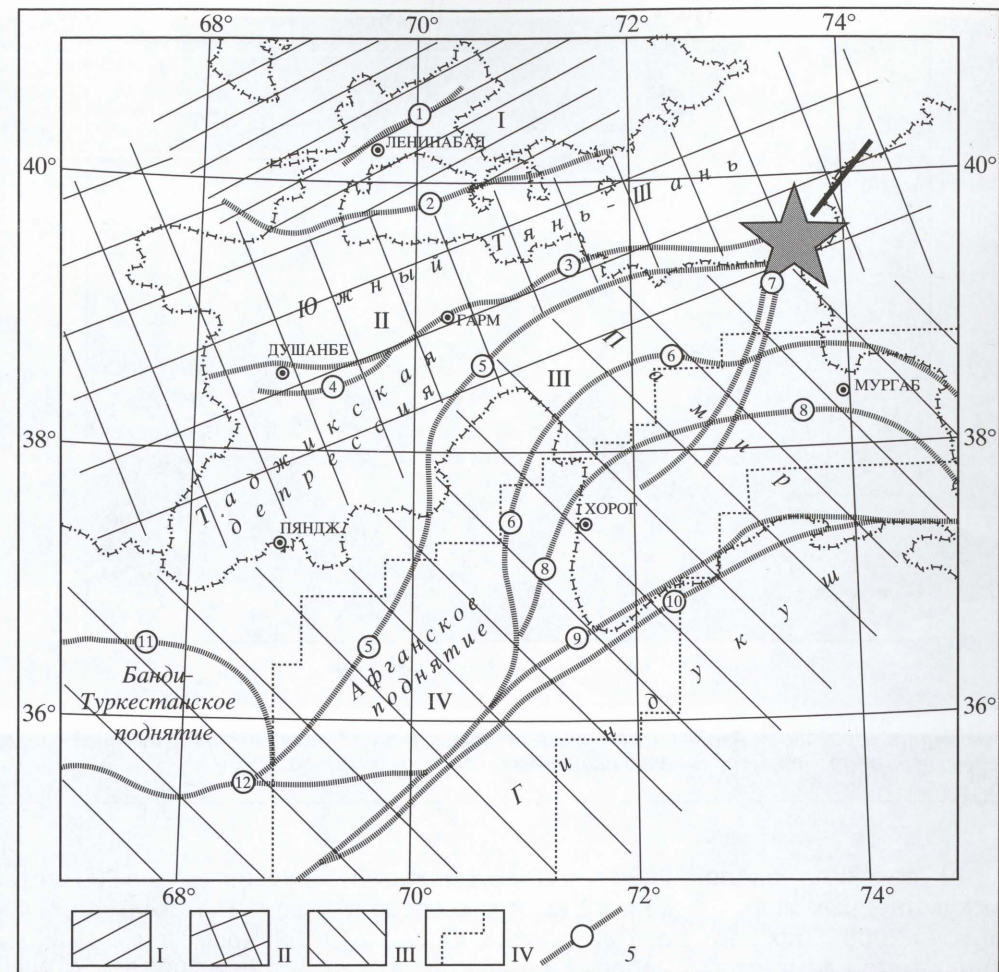
Землетрясение в Тарстане 29 мая 2008 г. (с $M = 3.9$) возникло в районе нефтедобычи и ощущалось в г. Альметьевске силой 4 балла. Пострадавших и разрушений не зафиксировано. В этом регионе серия подобных землетрясений была отмечена в 1986 г., тогда магнитуда сильнейшего из них составила $M = 3.9$, в эпицентре – 6 баллов. Такие события достаточно редки и, вероятно, связаны с разработкой нефтяных месторождений.

Курчалойское землетрясение в Чечне 11 октября 2008 г. ($M = 5.6$) привело к человеческим жертвам и разрушениям. Погибло 13 человек, более 100 ранено. Землетрясение затронуло пять субъектов Российской Федерации (Чечню, Дагестан, Ингушетию, Северную Осетию и Ставропольский край), а также Грузию и Армению. Наиболее сильные разрушения наблюдались в Чечне (в Курчалоевском районе и Гудермесе). Землетрясение ощущалось в Грозном, Кизляре, Новолакском – силой 6 баллов, в Хасавюрте – 5 баллов, а также в Пятигорске, Махачкале, Моздоке, Светлограде – 3–4 балла, Владикавказе, Дербенте, Армавире – 2–3 балла. Колебания почвы отмечены в Грузии: в Тбилиси – силой 3–4 балла, в приграничных с РФ районах – силой 4–5 баллов, в Армении (г. Веди, область Арагат) – 4 балла.

Землетрясение на Южном Тянь-Шане, в Кыргызстане, 5 октября 2008 г. с $M = 6.6$. Его эпицентр – в восточной части Заалайского хребта, на территории Алайского района Ошской области, вблизи границы с Китаем. Погибло 72 человека. Почти полностью разрушено горное село Нура в Ошской области, расположенное в 50 км от эпицентра землетрясения.

Ощутимые землетрясения до 3–4 баллов были зафиксированы в Дальневосточном регионе 27 июня 2008 г. на Сахалине, в Горнозаводске, Холмске и Невельске. В этом районе 2 августа 2007 г. произошло разрушительное Невельское землетрясение с $M = 6.2$ и силой 6–7 баллов (Земля и Вселенная, 2008, № 1). 24 июля 2008 г. на Курильских островах отмечались сотрясения в г. Северо-Курильске ($M = 5.7$, силой 5 баллов). Толчки повторились 4 августа 2008 г. в Северо-Курильске ($M = 6.1$), 14 августа 2008 г. в Южно-Курильске ($M = 6.1$) и островных поселках, 15 января 2009 г. – в центральной части Курильской гряды ($M = 7.6$). Толчки ощущались и в Петропавловске-Камчатском. Глубокофокусные землетрясения в Охотском море ($M = 6.9–7.2$), на глубине 490–630 км, вызвали сотрясения на достаточно большой территории (в Петропавловске-Камчатском – 3–4 балла, в Северо-Курильске – 3 балла, в Холмске, Южно-Сахалинске, Комсомольске-на-Амуре, Охе, Хабаровске – 2–3 балла).

На территории России ощущались также сильные японские землетрясения. Сильное землетрясение на севере Хонсю 13 июня 2008 г. с $M = 7.2$ нанесло существенный ущерб транспортной и социальной инфра-

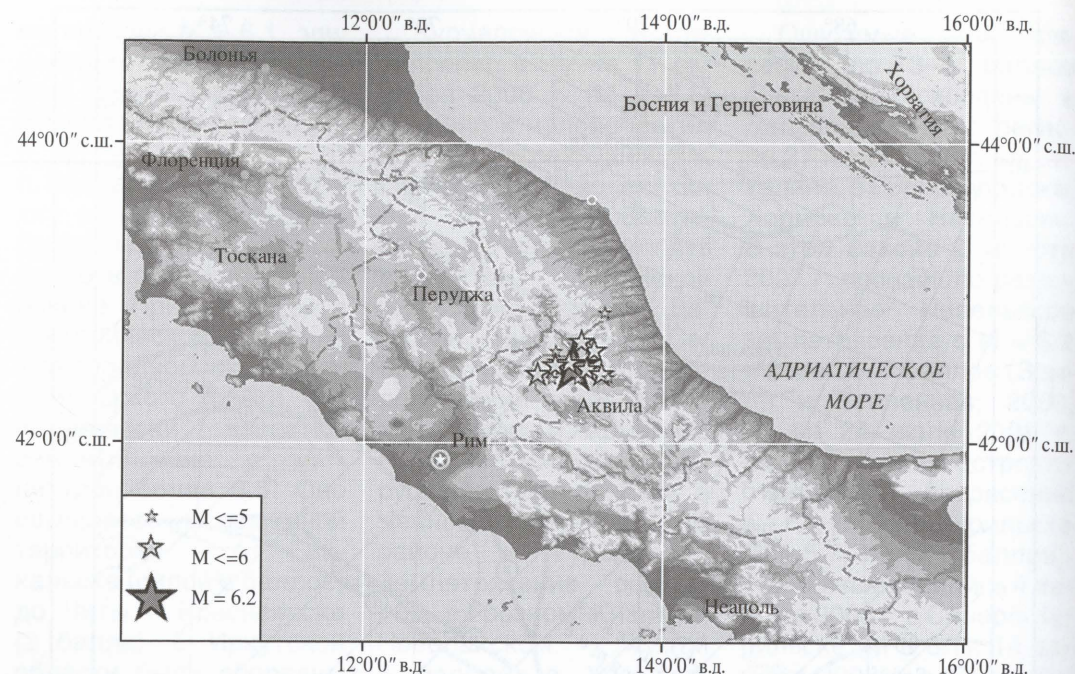


Эпицентр землетрясения в Кыргызстане 5 октября 2008 г. (звездочка). Сейсмоактивные зоны Таджикистана и глубинные разломы: I – Юго-Западный Тянь-Шань, II – Южный Тянь-Шань, III–IV – Памиро-Гиндукуш, 5 – главные глубинные разломы территории Таджикистана и Северного Афганистана, где 3 – Южно-Гиссарский разлом.

структурам региона, пострадало более 100 человек. Отмечены обрушения небольших мостов и участков горных дорог, утечка радиоактивной воды на АЭС, оползни, разрушения домов и перебои с подачей электричества. Землетрясение на севере острова Хонсю 23 июля 2008 г.

с $M = 6.8$ ощущалось в Южно-Курильске, в Малокурильском (3–4 балла). Количество раненых достигло почти 130 человек. Пострадавшие отмечены в пяти северных префектурах страны, а также в префектуре Тиба, прилегающей с востока к Токио. Стихия привела к масштабным

отключениям электричества, нарушению телефонной связи, была парализована транспортная система, временно перекрыты главные автомобильные трассы. В результате схода оползней разрушена часть горных дорог и мостов. Завалы перегородили мелкие реки, поэто-



Сейсмичность в районе г. Аквила (Италия) за период с 6 по 13 апреля 2009 г. Крупной звездой отмечен главный толчок, маленькими звездочками – форшок и афтершоки.

му там возникло около 15 искусственных озер.

8 июня 2008 г. произошло ощутимое землетрясение ($M = 6.3$) на западе Греции. Эпицентр подземного толчка находился в районе городка Андравида на северо-западе полуострова Пелопоннес, в 199 км к западу от Афин. Два человека погибли, ранено свыше 100 человек. Разрушено более 15 домов, преимущественно в области Ахея на полуострове Пелопоннес. Это землетрясение было первым сильным после 1999 г. подземным толчком, приведшим к жертвам.

Эпицентр землетрясения в Исландии 29 мая

2008 г. с $M = 6.2$ находился в 50 км к юго-востоку от Рейкьявика. Около 20 человек получили травмы. Все пострадавшие – жители города Селфосс, расположенного неподалеку от эпицентра землетрясения. Подземные толчки ощущались также в Рейкьявике, они вызвали панику среди населения.

Сейсмическая активность в Китае продолжилась катастрофическим землетрясением ($M = 8.0$) 12 мая в провинции Сычуань (Земля и Вселенная, 2008, № 5), в результате которого погибло более 80 тыс. человек, за три с половиной месяца про-

изошло свыше 200 афтершоков с магнитудами 4.5–6.2. Кроме того, начиная с августа 2008 г. отмечена концентрация эпицентров землетрясений с $M = 5–6$ на юго-западе Китая, в провинции Юньнань, а также близ границы с Мьянмой (Бирмой).

На юго-западе Пакистана (в провинции Белуджистан), в 192 км к юго-востоку от афганского города Кандагар и в 630 км к юго-западу от Исламабада 28 октября 2008 г. возникло землетрясение с $M = 6.5$. Погибло не менее 150 человек, около тысячи человек получили ранения. Более 15 тыс. человек остались



Фотографии, на которых запечатлены некоторые последствия итальянского землетрясения.

без крыши над головой.

На северном побережье Папуа (Индонезия) 3 января 2009 г. произошло сильное землетрясение ($M = 7.1$), которое сопровождалось множественными афтершоками. В течение 13 ч после главного толчка зарегистрировано 24 афтершока с магнитудой $M > 4.7$, сильнейший из которых, с магнитудой $M = 7.1$, зафиксирован через 3 ч после основного толчка. В результате серии толчков разрушено 2 небольших отеля, погибло 4 человека, многие попали под завалы. Объявлялась тревога цунами. Волны высотой 40 м зафиксированы на побережье Японии.

РАЗРУШИТЕЛЬНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ В ИТАЛИИ 6 АПРЕЛЯ 2009 г.

Рано утром 6 апреля 2009 г. в центральной части Италии произошло сильное землетрясение с магнитудой $M = 6.4$, эпицентр которого находился неподалеку от г. Аквилы. Перед землетрясе-

нием был зафиксирован форшок, первый толчок, с $M = 4.5$. Он был отмечен в полночь 6 апреля. Это и послужило сигналом для многих жителей покинуть дома. Но наиболее сокрушительными оказались последующие толчки. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками (ГС РАН обработала 18 сильнейших афтершоков с магнитудой более 4.5). В результате многие жилые дома были разрушены. В зоне бедствия – окрестностях г. Аквила, административного центра области Абруцци, – разрушено или повреждено до 50% зданий, в их числе – студенческое общежитие и кафедральный собор. Среди пострадавших от землетрясения – жители не только Аквилы, но и 26 расположенных поблизости населенных пунктов. Погибло 294 человека, 30 тыс. остались без крова. Разрушено от 10 до 15 тыс. строений. Население, покинувшее разрушенные дома, разместилось на стадионах и

спортивных площадках.

Землетрясение в апреле 2009 г. произошло в сейсмически активном регионе. История повторилась. Более 300 лет назад, а именно 2 февраля 1703 г., на этот же город пришелся очаг катастрофического землетрясения, полностью разрушившего его. В тот день Аквиланские церкви были полны верующих, только в церкви Святого Доменико под развалинами осталось более 600 человек. Многие потеряли жизнь в других церквях города. Погибло от 3 до 6 тыс. человек.

Параметры всех землетрясений представлены на информационном сервере ГС РАН <http://www/ceme.gsras.ru>

*Материалы рубрики
подготовили*

О.Е. СТАРОВОЙТ,

кандидат физико-математических наук

Л.С. ЧЕПКУНАС,

кандидат физико-математических наук

М.В. КОЛОМИЕЦ

*Геофизический центр РАН
(г. Обнинск)*

Книга, которую полезно прочитать каждому

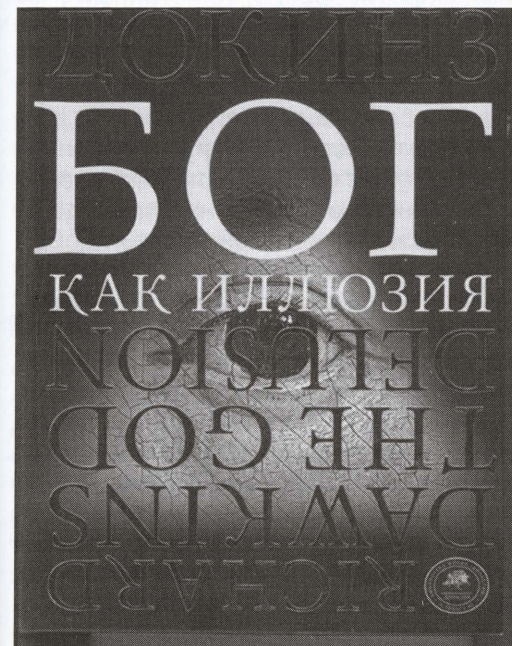
В начале 2009 г. издательство ООО “Издательская Группа Аттикус” при финансовой поддержке Фонда Дмитрия Зимина “Династия” опубликовала книгу британского биолога и писателя Ричарда Докинза “Бог как иллюзия”. В ней свыше 500 страниц большого формата. Книга имела ошеломляющий успех в Англии, США и других англоговорящих странах. Наверное, сегодня она уже переведена на многие европейские языки. Появились сторонники автора и его непримиримые враги.

Суть книги я мог бы выразить такими словами: “Современное человечество имеет огромное число фактов,

подтверждающих отсутствие бога, и не имеет ни одного факта в пользу доказательства его существования”. Книга состоит из предисловия и десяти глав, в каждой главе несколько параграфов. Перечислю названия глав: “Глубоко религиозный безбожник”, “Гипотеза бога”, “Доказательства существования бога”, “Почему бога почти наверняка нет”, “Корни религии”, “Корни нравственности – почему мы хорошие?”, “Священная” книга и изменчивая мораль *Zeitgeist* (дух времени)», “Что плохого в религии и зачем на нее нападать?”, “Жестокое обращение с детьми и бегство от религии”, “Такая нужная ниша?”.

Несмотря на чисто научный характер книги Р. Докинза, она читается как захватывающий роман, не оставляя читателя равнодушным почти к любой главе или даже к коротенькому параграфу. Конечно, автор рецензии, будучи искренним атеистом, полностью разделяет точку зрения автора книги и не является беспристрастным рецензентом. Думаю, однако, что весьма полезно рассмотреть обсуждаемую в книге актуальную проблему сосуществования научного мировоззрения и религии.

Напомним, что автор книги – известный биолог, отлично знающий теорию эволюции Ч. Дарвина в ее современном варианте, то есть в этом вопросе он профессионал. Однако в качестве многих научных аргументов в пользу отсутствия существования бога ему приходится использовать и данные физики, астрофизики и космологии.



Р. Докинз, например, цитирует П.С. Лапласа, который на вопрос Наполеона Бонапарта, почему в его "Изложении системы мира", в отличие от сочинений Ньютона, нет упоминания о боге, ответил: "Гражданин первый консул, в этой гипотезе я не нуждаюсь". Именно с этой позиции и ведется рассказ о "соревновании" религии и атеизма. Автор прекрасно понимает механизм научного познания в его современном виде. Как правило, вначале появляются наблюдательные данные, не объясняемые наукой на этот момент, а затем уже проводятся исследования (с помощью телескопов, микроскопов или ускорителей заряженных частиц), которые подтверждают или опровергают выдвинутую новую теорию. Классическим примером может служить опыт А. Майкельсона и Э. Морли по определению скорости света в движущейся системе координат. Результаты этого эксперимента полностью доказали отсутствие "всемирного эфира" и привели в 1905 г. А. Эйнштейна к созданию специальной теории относительности (СТО). Справедливости ради следует заметить, сам А. Эйнштейн писал, что он создал эту теорию для согласования ее с уравнениями Максвелла.

Конечно, были и исключения, когда правильные теории создавались без опоры на необъясненные наблюдения. Классический пример такого, и быть может единственного, случая – создание в 1916 г. общей теории относительности (ОТО) – великого творения А. Эйнштейна. Новая теория должна предсказывать и новые факты, которые могут подтвердить ее правоту или заставить отвергнуть и искать новый подход. Только через три года после публикации работы А. Эйнштейна ОТО получила подтверждения. В первую очередь, это *смещение перигелия орбиты Меркурия*, которое не могла объяснить классическая механика Ньютона. Предлагалась, например, гипотеза о существовании планеты внутри ор-

биты Меркурия (Вулкан), но никакие наблюдения не подтвердили ее существования. В 1919 г. А. Эддингтон провел *высокоточные астрометрические наблюдения положений звезд* вблизи края диска Солнца во время полного солнечного затмения и показал, что наблюдаемый эффект соответствует ОТО и вдвое отличается от предсказания классической механики Ньютона. Третий эксперимент – *смещение линий в спектрах белых карликов* (К-эффект) был выполнен примерно в это же время. Наверное, таких примеров можно привести множество из разных областей науки, а не только из астрономии. Автор рецензируемой книги чаще всего обращается к эволюционной теории Ч. Дарвина и к геологии. Он также цитирует известных современных астрономов – Карла Сагана, Мартина Риса, Стивена Хокинга, демонстрируя широкий научный кругозор.

Главная и совершенно правильная позиция автора состоит в том, что научное познание опирается на наблюдаемые факты и имеющиеся теории. Если же теории не подтверждаются новыми наблюдениями или даже вступают с ними в противоречие, то истинный ученый всегда откажется от неправильной точки зрения. Совершенно по-другому ведут себя многие сторонники существования бога, их вера зиждется на догматах и толковании священных книг, которые уже "по определению" всегда правы. В книге Р. Докинза приведены два поразительных примера. В первом случае пожилой биолог, профессор одного из Университетов Британии, всю жизнь отрицал существование аппарата Гольджи в клетке (компонента всех эукариотических клеток, кроме красных кровяных телец – эритроцитов млекопитающих). Этот аппарат – важная мембранная структура, управляющая процессами внутриклеточного транспорта. Основными функциями аппарата Гольджи являются модификация, накопление, сортировка и транспорт различных веществ в соот-

ветствующие внутриклеточные компоненты, а также за пределы клетки. Он состоит из набора окруженных мембраной уплощенных дисков, напоминающих стопку тарелок. Каждая "стопка" аппарата Гольджи обычно содержит от четырех до шести таких дисков диаметром около 1 мкм. Когда гость одного из университетов США представил на лекции неоспоримые доказательства существования этого внутриклеточного органа, профессор пожал ему руку и сказал, что заблуждался более 15 лет. Все присутствовавшие наградили аплодисментами мужественного ученого, подлинного представителя современного научного мировоззрения. Ни один теолог так не сделал бы, он не стал бы отвергать Библию, Талмуд или Коран, узнав о теории происхождения Земли и ее биосферы или дарвиновской эволюции. Второй случай, прямо противоположный, произошел с выдающимся молодым геологом, окончившим в Гарварде две аспирантуры. Осознав противоречия двух способов мышления, он отверг науку, где у него были прекрасные и даже выдающиеся перспективы. Порвав с наукой, он согласился с тем, что Земля образовалась 6 тыс. лет назад, был Всемирный потоп и виды произошли одновременно. Этим он зачеркнул всю свою научную карьеру, хотя обладал огромными знаниями в геологии, космогонии и палеонтологии. В один момент он загубил свою прошлую, да и будущую жизнь в науке.

Р. Докинз, конечно, прекрасно понимает и осознает огромную значимость Библии, писаний апостолов, Талмуда, Корана, а также таких исторических документов, как Кумранские рукописи, литературные образцы древности и другие свидетельства культуры наших предков. Автор книги не отрицает их символического значения и исторической ценности, но все же это недостаточные аргументы в споре науки и религии.

Большой раздел книги посвящен вопросам нравственности, которую

многие связывают с десятью библейскими заповедями. Р. Докинз справедливо полагает, что человек может быть вполне нравственен без признания догматов религии, просто потому, что такое поведение полезно современному человеку, а на ранних этапах существования человека на Земле, то есть сотни тысяч лет назад, было полезно его племени или роду. В современном мире связь между религиозностью и нравственным поведением далеко не однозначна. Многие верующие люди действительно высоконравственные, но совсем иначе ведут себя, например, некоторые религиозные фанатики, обрекающие себя на роль беспредельно жестоких террористов.

Интересен подход автора книги к самому понятию бога. Этот вопрос достаточно сложен и имеет несколько альтернативных вариантов. Р. Докинз подробно обсуждает вопрос о корнях религии, ее происхождении. С его точки зрения, религия могла стать побочным продуктом какого-то процесса, полезного для человека, например в доисторические времена спланировать племя вокруг жреца. Но пока, к сожалению, социологи не нашли однозначного ответа на вопрос о появлении религии, бога или множества богов.

Рецензируемая книга заставляет задумываться над религиозным воспитанием детей. Едва ли полезно (а может быть, даже опасно) начинать его в раннем возрасте, когда у детей еще нет своей позиции. Путь, выбранный религиозными родителями часто, если не всегда, кажется им правильным, и они хотят, чтобы дети ему следовали. Из поколения в поколение детей всегда приучали к молитвам, чтению и заучиванию Ветхого и Нового завета. И это продолжается в течение многих веков! Да и в нашей стране, являющейся формально светским государством, сегодня усиливаются тенденции воспитания детей в религиозном духе. Молодежь не может не обращать внимания на практикующееся ныне освящение

не только заводов, новых зданий, но и атомных подводных лодок, крейсеров и даже ракет-носителей... Сейчас оживленно обсуждается вопрос о преподавании основ православной культуры в российских школах (хорошо, что не в яслях и детских садах), но пока он не решен. Есть много сторонников и не меньше противников. По-моему, в общеобразовательной школе светского государства религии не должно быть.

Автор книги обсуждает и важную проблему жизни и смерти. Нужно обладать большим мужеством и верой в научное мировоззрение, чтобы решить для себя вопрос в пользу науки, а не в пользу посмертного пребывания в аду или раю, куда ты можешь попасть в зависимости от прижизненного поведения. И хотя каждому ясно, что нет ровно никаких свидетельств существо-

вания ада и рая, многие, страшаясь посмотреть правде в глаза, уверовали в гипотезу загробной жизни, не подкрепленную научными фактами.

С большим удивлением я узнал из этой книги об общественных организациях в Англии, США и других странах, ведущих антирелигиозную пропаганду и популяризирующих достижения науки. У нас в стране раньше этим активно занималось общество "Знание", успешно работали Московский и другие планетарии. Убежден, подобная работа необходима сейчас не меньше, чем несколько десятилетий назад.

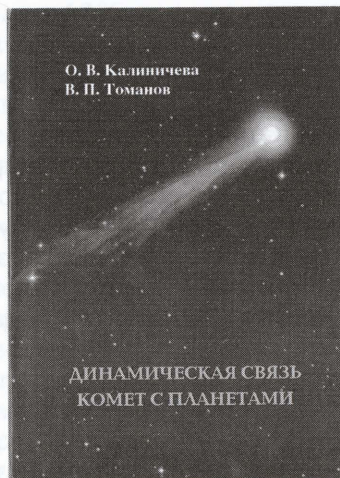
В.Г. КУРТ,
доктор физико-
математических наук, профессор
Астрокосмический центр
Физического института
им. П.Н. Лебедева РАН

НОВЫЕ КНИГИ

Связь комет с планетами

В 2008 г. в издательстве Вологодского государственного педагогического университета вышла монография доктора физико-математических наук В.П. Томанова и кандидата физико-математических наук О.В. Калиничевой "Динамическая связь комет с планетами". В монографии рассмотрен широкий круг вопросов влияния планет Солнечной системы на динамическую эволюцию комет.

В первой главе, "Кометная космогония", дан краткий исторический обзор по проблеме происхождения и эволюции комет. Детально анализируются три космогонические



гипотезы: Лагранжа – Всехсвятского (эруптивная), Оорта (кометного облака) и Лапласа (о захвате комет из межзвездного пространства). Подробно показана несостоятельность эруптивной гипотезы. Авторы выполнили

ревизию основополагающего результата Я. Оорта о распределении обратных больших полуосей кометных орбит и пришли к нетривиальному выводу о том, что едва ли на самом деле на периферии Солнечной системы существует кометное облако Оорта. Всесторонне исследовав гипотезу П.С. Лапласа о межзвездном происхождении комет, авторы заключают, что данная гипотеза не содержит никаких внутренних трудностей и наиболее верно отражает проблему происхождения комет.

Во второй главе, "Кометы и планеты Солнечной системы", выполнено численное интегрирование уравнений движения комет в течение последних 5 тыс. лет (3000 г. до н.э. – 2000 г. н.э.) с целью определения минимального расстояния пролета комет около планет. Авторами под-

тверждена теория Эверхарта о захвате короткопериодических комет Юпитером. Около 300 комет прошли через сферу действия Юпитера, претерпев при этом мощную трансформацию орбит. Показана ошибочность гипотезы А.С. Гулиева о генетической связи комет с Плутоном и с транснептуным объектом 136 199 Эрида, которая, как и Плутон, считается карликовой планетой (Земля и Вселенная, 2006, № 6, с. 15; 2007, № 2, с. 23–24). Кометы проходили чаще всего на расстоянии нескольких десятков астрономических единиц от этих небесных тел. Ни одна

из комет не приближалась к Плутону ближе, чем на 3 а.е. За 5 тыс. лет ни одна из комет не проходила через сферу действия Нептуна. Тесные сближения с Ураном за этот же период могли иметь три кометы: 55P, C/2006 U7, C/2006 F2. Три короткопериодические кометы прошли через сферу действия Сатурна в период 3000 г. до н.э. – 500 г. н.э. Таким образом, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон и Эрида не причастны к происхождению комет.

В третьей главе, "Кометы и гипотетические планеты", рассматриваются проблема

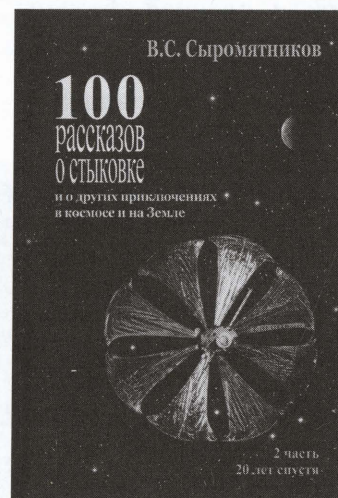
существования планеты X и различные методики предсказания гипотетических трансеплутоновых планет по влиянию на движение комет. Авторы приходят к однозначному выводу: планеты X как источника комет не существует.

Завершает книгу обширный список российских и зарубежных публикаций, связанных с данной проблематикой. Книга предназначена для специалистов в области кометной космогонии.

М.Л. Рысин,
кандидат
педагогических наук

Вторая книга о стыковках в космосе

В 2008 г. вышла вторая часть книги "Сто рассказов о стыковке и других приключениях в космосе и на Земле. Двадцать лет спустя" (М.: Университетская книга, Логос). Ее автор – известный специалист по космической технике в области разработки и испытаний космических автоматических систем, основатель и руководитель отечественной школы стыковочных узлов космических аппаратов член-корреспондент РАН Владимир Сергеевич Сыромятников (1933–2006; Земля и Вселенная, 2007, № 2, с. 47–48). Первая часть этой книги, опубликованная в 2003 г., охватывала период от зарождения отечественной космонавтики до 1974 г. (Земля и Вселенная, 2006, № 2, с. 108–111). Во второй части книги автор довел по-



вестование почти до наших дней, осветив два крупных периода развития нашей космонавтики с 1975 г. до начала XXI в. Он делится своими впечатлениями и размышлениями о развитии науки и техники в нашей стране, об освоении космоса, о людях,

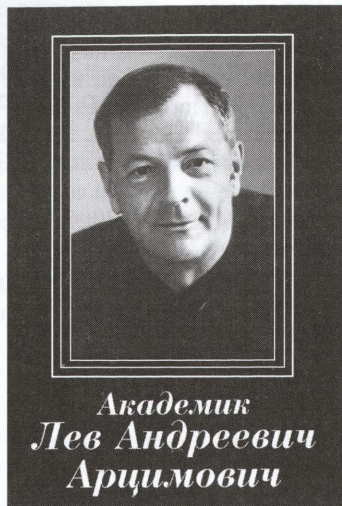
делавших историю, о непростых жизненных перипетиях, выпавших на долю автора и его коллег.

Открывает книгу предисловие автора "Разрабатываем наследие Королёва" об основных этапах становления отечественной космонавтики. В книге три главы (3–5). В третьей, "Период застоя", рассказано о нашей пилотируемой программе до 1991 г., создании орбитальных станций "Салют-6, -7" и "Мир". В главе "Двадцать лет спустя: "Мир" – "Шаттл"» повествуется о международных полетах на орбитальном комплексе "Мир". Пятая глава, "Неоконченная, начало следующего 20-летия", посвящена эксплуатации станции "Мир" в конце 1990-х гг. и начале строительства МКС. Заключают книгу небольшие заметки с размышлениями автора о политических аспектах космонавтики последних лет.

Новые книги

“Академик Лев Андреевич Арцимович (воспоминания, статьи, документы)”

Этот сборник (М.: Физматлит, 2009) вышел к 100-летию со дня рождения выдающегося советского физика, академика Л.А. Арцимовича (1909–1973), ученого и организатора науки, экспериментатора и теоретика, педагога и общественного деятеля, Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственной премий.



Академик
Лев Андреевич
Арцимович

Важнейшие труды Л.А. Арцимовича посвящены проблемам атомной и ядерной физики. Многие годы Лев Андреевич руководил работой на термоядерных

установках “Токамак”. С 1957 г. возглавлял Отделение общей физики и астрономии АН СССР, был членом Президиума АН СССР.

Сборник открывается предисловием и биографическим очерком, за которым следуют три основные части. В **первую** вошли воспоминания современников – родственников Льва Андреевича, его друзей, коллег и учеников. В числе авторов статей этого раздела книги – академики А.П. Александров, Е.П. Велихов, В.И. Гольданский, М.А. Леонтович, А.Б. Мигдал, В.В. Мигулин, А.М. Прохоров, А.Д. Сахаров, А.Б. Северный, Г.Н. Флёрв. Три статьи в первой части



Нобелевский лауреат Н. Бор в Институте атомной энергии. Слева направо: Н. Бор, И.Е. Тамм, А.П. Александров, И.Д. Рожанский и Л.А. Арцимович. Москва, май 1961 г. Фото из книги.



Л.А. Арцимович и М.В. Келдыш на строительстве Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. Северный Кавказ, 1969 г. Фото из книги.

сборника написала профессор Н.Г. Арцимович, вдова Льва Андреевича, которая внесла большой вклад в увековечивание его памяти. Во **вторую** часть включены некоторые популярные статьи Л.А. Арцимовича по различным научным, политическим и общественным вопросам, в том числе широко известная статья “Будущее принадлежит астрофизике” (1972). В **третьей** части помещены документы, доклады и письма. Заключает книгу полная библиография трудов Л.А. Арцимовича (1931–1979).

Нелли Георгиевна Арцимович прислала в дар редакции журнала “Земля и Вселенная” экземпляр этой книги со следующим препроводительным письмом:

«Рада возможности через ваш интереснейший журнал выразить мою благодарность всем, кто способствовал выходу в свет книги воспоминаний к 100-летию юбилею академика Льва Андреевича Арцимовича. Особая благодарность всем авторам, почтившим память Льва Андреевича. Настоящее время

позволило снять завесу секретности многих его работ, выполненных в военное и мирное время, открыть все грани беспримерного таланта этого замечательного человека, служившего на благо нашего Отечества. С добрыми пожеланиями всем сотрудникам журнала “Земля и Вселенная”!»

Книга прекрасно издана, в ней много уникальных иллюстраций. Она наверняка заинтересует всех, кого волнуют вопросы истории развития науки.

Е.П. ЛЕВИТАН

“Звездная эстафета – 2009”

16–17 апреля 2009 г. в Звездном городке (Московская обл.) проходил конкурс “Звездная эстафета”. Задачи конкурса – пропаганда достижений отечественной космонавтики; поиск и поддержка талантливой и творческой молодежи, увлекающейся космонавтикой; привлечение учащихся к изучению и использованию современных информационных технологий; профессиональная ориентация учащихся. Учредители и организаторы конкурса: Российский государственный научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина; Департамент образования г. Москвы; Министерство образования Правительства Московской области.

В конкурсе участвовали ребята от 8 до 16 лет, приехавшие из Москвы и Московской области, из ряда других регионов России, а также из Украины.

Первый день отводился экскурсиям по достопримечательностям Звезд-

ного городка. На следующий день прошло торжественное открытие, где присутствовали организаторы конкурса, руководители секций и космонавты В.А. Джанибеков и С.А. Волков. После приветственного слова сопредседателя Оргкомитета А.Р. Титовой к участникам обратился легендарный космонавт В.А. Джанибеков, который пять раз летал в космос!

Работа конкурса проходила по секциям: научно-техническая, астрономическая, медико-биологическая, литературно-журналистская, историческая и художественная. Участникам конкурса посчастливилось стать свидетелями торжественной встречи в Звездном городке экипажа 18-й основной экспедиции на МКС, вернувшегося из полета.

Мне удалось присутствовать на астрономической секции, хотя другие, надо думать, были не менее интересными. В докладе о внеземных цивилизациях рассмотрены гипотезы об их возможном существовании. В докладе о космических обсерваториях излагалась история создания и технического обслуживания Космического телескопа им. Хаббла, рассказывалось о запусках новых

телескопов в космос. Есть ли жизнь на Марсе? Этот вопрос тоже не обошли вниманием участники конкурса. В докладе о колонизации “белой звезды” рассказывалось о Луне – единственном небесном теле, на котором побывал человек. На конкурсе были сделаны доклады об астероидной опасности и ее предотвращении. Вспомнили, конечно, об астероиде Апофис, открытом в июне 2004 г., который 13 апреля 2036 г. может пролететь на близком расстоянии от Земли. Вероятность столкновения составляет 1/37 – это самая серьезная опасность за последние 200 лет. А что могло произойти на Венере – прекраснейшей из звезд, по словам Гомера? В результате чего она превратилась в ад? Эти трудные вопросы тоже обсуждались на заседании астрономической секции. Юные конкурсанты уделили внимание сценариям образования таких необычных звезд, как белые, красные и коричневые карлики.

Завершая конкурс, представители его жюри обратились к ребятам со словами: “Вы все замечательные и талантливые! Желаем развивать ваши идеи и в будущем!”

А.Г. Пахомов

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336 (индекс издания)	
	на газету на журнал		Количество комплектов	
Земля и Вселенная (наименование издания)		на ____ год по месяцам:		
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12			
Куда		(почтовый индекс)		
Кому		(фамилия, инициалы)		
ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА				
ПВ		место	литер	на газету на журнал
Земля и Вселенная (наименование издания)		Количество комплектов		
Стоимость	подписки пере- адресовки	руб. ____ коп.	руб. ____ коп.	Количество комплектов
на ____ год по месяцам:				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12			
Куда		(почтовый индекс)		
Кому		(фамилия, инициалы)		

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”*

*(I полугодие 2010 г.) во всех отделениях связи.
Подписной индекс – 70336.*

*Отмечаем одно немаловажное обстоятельство:
№ 1, 2010 г. будет приурочен к 45-летию журнала
“Земля и Вселенная”*

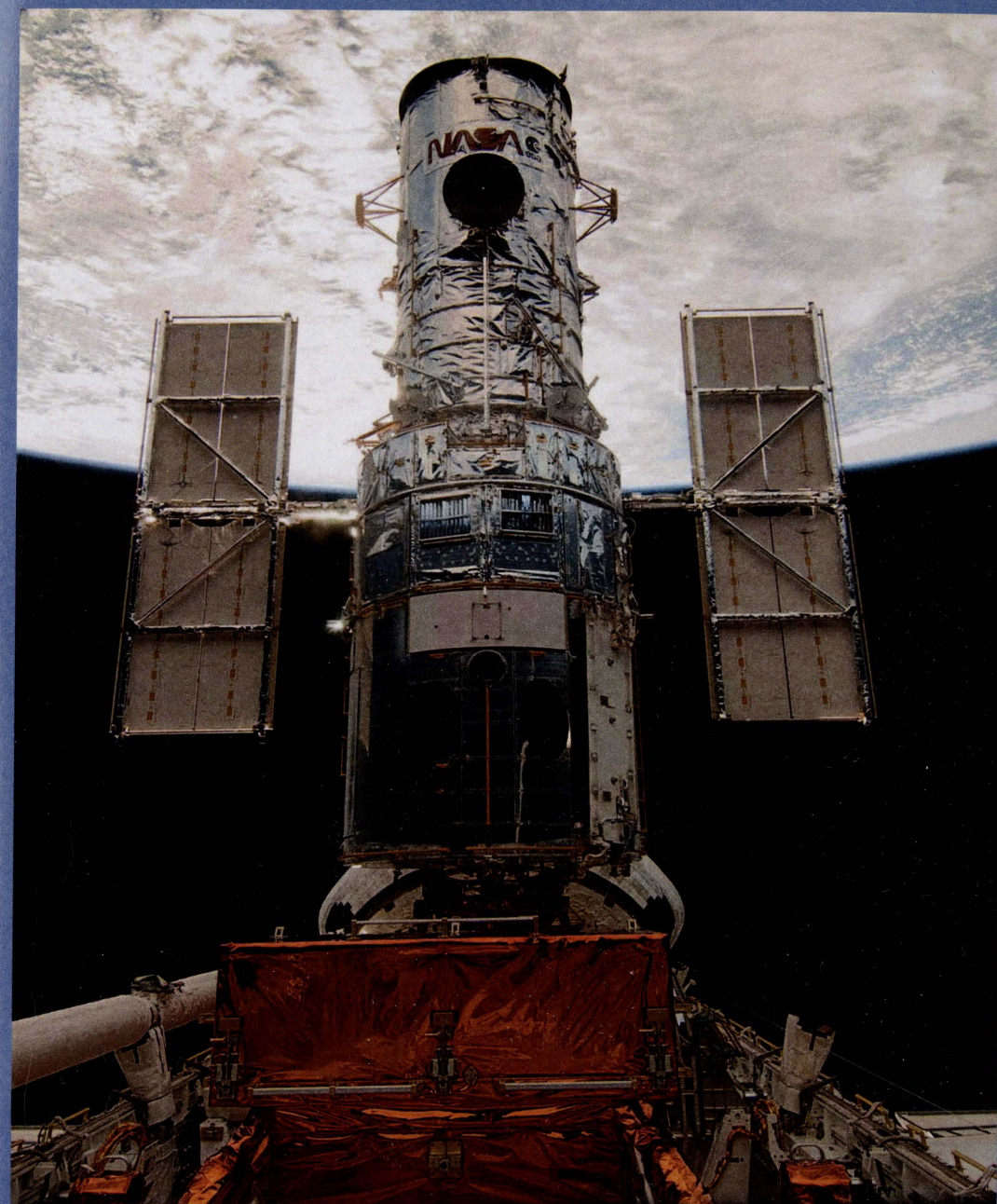
Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин

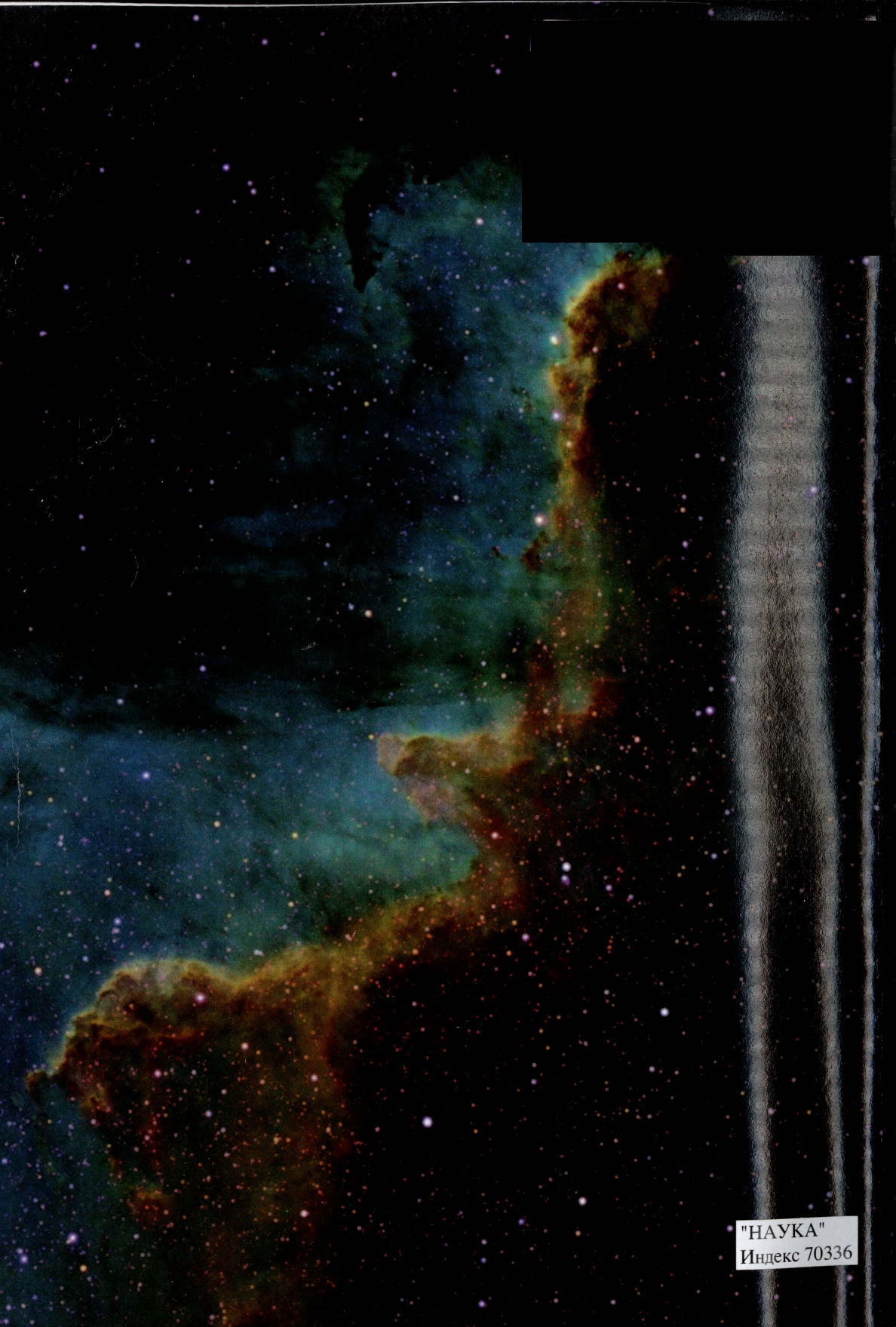
Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректоры Е.А. Желнова, Т.А. Печко
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 29.06.2009. Подписано в печать 20.08.2009. Формат бумаги $70 \times 100^{1/16}$
Цифровая печать. Уч.-изд.л. 12,2. Усл. печ.л. 9,1. Усл.кр.-отт. 4,3 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 462 экз. Зак. 493

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Академиздатцентр «Наука»,
117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991, Москва, Мароковский пер., 26
Телефоны: (факс) 238-42-32, 238-29-66
E-mail: zevs@naukaran.ru
Оригинал-макет подготовлен АИЦ “Наука” РАН
Отпечатано в ППП “Типография “Наука”,
121099 Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336